
UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SAN DIEGO
3 1822 00924 2595



Archiv
für
Protistenkunde

Begründet von

Fritz Schaudinn

Herausgegeben von

Max Hartmann und **Adolf Pascher**
Berlin Prag

52. Band

Mit 164 Abbildungen und 6 Kurve im Text und 15 Tafeln



Jena
Verlag von Gustav Fischer
1925

Inhaltsübersicht.

Erstes Heft.

(Ausgegeben am 31. Juli 1925.)

Zweites Heft.

(Ausgegeben am 28. September 1925.)

Besprechungen:

Drittes Heft.

(Ausgegeben am 10. November 1925.)

Abhandlungen:

Kleinere Mitteilungen:

Besprechungen:

Endophytische Phycomyceten-Parasiten der Bacillariaceen und einige neue Monadinen.

Ein Beitrag zur Phylogenie der Oomyceten (Schröter).

Von
A. Scherffel.

(Hierzu Tafel 1—5.)

Ich könnte sagen, von meiner Jugendzeit an hatte ich ein lebhaftes Interesse an den niederen, wasserbewohnenden Pilzen, insbesondere den Chytridiaceen, wie den ihnen ähnlichen Formen und wendete diesen stets besondere Aufmerksamkeit zu. Im Laufe vieler, langer Jahre gelangte ich in den Besitz so mancher neuer Form, von einschlägigen Kenntnissen, die ich zu einem einheitlichen Ganzen zu verarbeiten gedachte. Da auf diesem Gebiete die Forschungsresultate in den meisten Fällen ganz und gar von glücklichen Zufällen abhängen, so blieben natürlich überall zahlreiche noch offene Fragen und Lücken übrig, welche ich — wenn auch nicht vollständig, — so doch wenigstens zum guten Teil ausfüllen zu können bis jetzt hoffte. So zögerte ich immerfort mit der Veröffentlichung. Da es mir nun die hier obwaltenden Verhältnisse unmöglich machen, meine Forschungen in der früheren Weise fortzusetzen und die erwähnten Lücken auszufüllen, so sehe ich mich gedrängt, wenigstens einen Teil des gewonnenen Materials mit allen seinen Lücken und Mängeln der Öffentlichkeit zu übergeben, damit nicht am Ende auch das bisher Erreichte gänzlich verloren gehe.

Von einer Zusammenstellung und kurzen Charakteristik der mir bekannt gewordenen, hierher gehörenden, endophytischen Bacillariaceen-Parasiten ausgehend, füge ich einiges zur Charakteristik resp.

Kenntnis der hier in Betracht kommenden Pilzfamilien und Gattungen bei, lege dann in groben Zügen insbesondere meine Anschauungen über die Phylogenie der hervorstechendsten Oomycetenreihen dar und schließe dann noch die näheren Beschreibungen einiger, von diesem Gesichtspunkte aus in Betracht gezogenen Organismen, zumeist Monadinen, an. Die übrigen Formen, insbesondere alle der Chytridineenreihe angehörenden, sollen auch diesmal unbehandelt, einer anderen Arbeit vorbehalten bleiben.

Diejenigen in Bacillariaceen lebenden Phycomyceten, deren Vegetationskörper seine ganze Entwicklung im Innern der Wirtszelle durchmacht, gehören — soweit es mir bekannt ist, den Gattungen *Olpidium*, *Ectrogella* (incl. *Eurychasma*), *Aphanomycopsis* n. g. und *Lagenidium* an; es finden sich daher die Familien der *Olpidiaceae* (*Chytridiaceae*), der *Saprolegniaceae* und *Anylistaceae* vertreten.

Chytridiaceae.

1. *Olpidium Gillii de Wildeman*
(1896, p. 41).

In *Pleurosigma attenuatum*, *Cocconema lanceolatum* und *Nitzschia* spec. bei London in England.

Ob dieser von Gill (1893) behandelte Parasit, dessen (oder einer höchst ähnlichen Form in *Pleurosigma angulatum*) auch van Heurck (1899, p. 64, Fig. 22) gedenkt, wie es de Wildeman (l. c.) will, ein *Olpidium* ist, ist zwar nicht ganz unmöglich, mir aber zufolge der Cellulosereaktion gebenden Sporangiummembran (Gill 1893, p. 2), welche ein Kennzeichen der biciliaten Saprolegniineen-Peronosporineenreihe ist (davon noch später), nicht wahrscheinlich. Über den Bau, die Begeißelung der Schwärmer, liegen leider keine Angaben vor, und zufolge solcher mangelhafter Kenntnis ist es unmöglich, eine sichere Entscheidung über seine systematische Stellung — die Gill völlig offen ließ — zu treffen. Mit *Ectrogella Bacillariacearum* Zopf ist er keinesfalls identisch, was bereits Gill erkannte; jedoch auch nicht mit einer der nachstehenden, von mir geschilderten Formen. Wahrscheinlich ist es indessen, daß in Fig. 9 der Arbeit Gill's ein anderer Organismus vorliegt, der sehr wohl *Ectrogella Bacillariacearum* Zopf, ja selbst einer meiner hier behandelten Diatomaceen-Parasiten, z. B. meine *Aphanomycopsis* sein kann, die ich auch in *Nitzschia sigmoidea* beobachtete (siehe S. 14).

2. *Olpidium Lauderiae* Gran.

In *Lauderia borealis*; Norwegen.

Aus der kurzen Mitteilung Gran's (1900, p. 123; Taf. IX Fig. 8, 9) kann man leider nicht ersehen, ob dieser Organismus in der Tat ein *Olpidium* ist; zumal über die Begeißelung der Schwärmer nichts bekannt geworden ist. H. E. Petersen (1905, p. 469) sieht in ihm eine Art der Gattung *Eurychasma* und bezeichnet ihn als *Eurychasma Lauderiae* (Gran) Petersen, meint aber (1905, p. 471), daß dies noch nicht ganz sicher sei, da es noch fraglich ist, ob die Form Gran's ebenfalls — wie *Eurychasma Dicksonii* (Wright) Magnus (welche den Typus der Gattung *Eurychasma* repräsentiert) — diplanetische Schwärmer besitzt. Ich finde aber, daß *Eurychasma Dicksonii* (Wright) Magnus nichts anderes ist, als eine Phaeosporeen bewohnende *Ectrogella*,[1]) und falls *Olpidium Lauderiae* Gran — was nicht aus-

[1]) Dank der Untersuchungen Loewenthal's (1904, p. 225) und Petersen's (1905, p. 472—474) sind die feineren Vorgänge bei der Zoosporenbildung von *Eurychasma Dicksonii* (Wright) Magnus bekannt geworden. Vor der Bildung der Schwärmer treten im Plasma des Zoosporangiums Vakuolen auf, die nachher zusammenfließend einen großen, zentralen Saftraum bilden, der die Ausbildung eines plasmatischen Wandbelages zur Folge hat, welch letzterer alsdann simultan in gesonderte, rundliche Portionen, in die Schwärmer zerfällt (Loewenthal 1904, p. 226, Taf. 7 Fig. 6 u. 7). — Diese Erscheinung findet sich bei keiner richtigen Chytridiacee, wohl aber bei *Ectrogella*, den Saprolegniaceen und ihren Verwandten, es ist dieser Vorgang in ganz ausgezeichneter Weise ein Charakteristikum der zweigeißeligen Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe inklusive der Ancylistineen. — Wenn Petersen (1905, p. 472 Anm. 1) meint, daß die von ihm daselbst unterschiedenen Stadien bei der Entwicklung des Sporangiums wahrscheinlich für die große Mehrzahl der Chytridiaceen charakteristisch sind, so ist dies keine zutreffende Bemerkung, denn gerade bei den Chytridiaceen findet sich das schaumige Stadium (Stade écumeux) — von wenigen Fällen abgesehen — nicht. (Siehe auch meine Ausführungen auf S. 26.) Hierzu kommt nun die von Petersen (1905, p. 476) entdeckte Diplanie der Schwärmer, die eine allgemeine, typische Eigenschaft der Saprolegniaceen und ihrer Verwandten ist, bei den Chytridiaceen aber nicht vorkommt. Auch Petersen findet die Diplanie höchst bemerkenswert, derart, daß man mit ihm — sie als Basis zur Schaffung einer neuen Familie heranziehen müßte, wenn *Eurychasma Dicksonii* eine Chytridiacee wäre (was es aber nur scheinbar, seiner äußeren Erscheinung nach ist). Endlich die Cellulosereaktion der Sporangiummembran mit Chlorzinkjod, welche die in die Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe gehörenden Formen auszeichnet, bei den Chytridiaceen aber nur ausnahmsweise zu beobachten ist. So sehen wir, daß *Eurychasma Dicksonii* in diesen allen, wesentlichen Punkten mit den Saprolegniaceen, insbesondere aber mit *Ectrogella* übereinstimmt. Der Vegetationskörper von *Eurychasma Dicksonii* liegt so nämlich, wie derjenige der *Ectrogella*-Arten, ohne jegliche Rhizoiden innerhalb des Plasmaschlauches der Wirtszelle und es bleibt als auffällige Abweichung nur die Gestalt desselben übrig, die hier mehr rundlich, isodiametrisch und nicht —

geschlossen ist — tatsächlich eine *Eurychasma*-Art im Sinne Petersen's ist, dann muß diese Form als *Ectrogella Lauderiae* (Gran) mihi bezeichnet werden, und ihren Platz bei den Saprolegniaceen finden.

---

wie bei den meisten *Ectrogella*-Arten — langgestreckt, schlauchförmig ist; aber es ist klar, daß diese Formabweichung ein sehr unwesentliches Moment ist. Die Diatomeen bewohnenden *Ectrogella*-Arten schieben bei der Zoosporangiumbildung die beiden Schalen der Diatomee klaffend auseinander und das so freigelegte Zoosporangium entwickelt nun, an den freiliegenden Stellen die kurzen Entleerungshälse zumeist in Mehrzahl, ja bei *Ectrogella licmophorae* (s. S. 10) werden an dem intramatricalen Sporangium oft extramatricale Auswüchse gebildet, welche die Entleerungshälse tragen. — Ist es nicht das gleiche Verhalten, wenn bei *Eurychasma Dicksonii* das anschwellende Zoosporangium die Membran der Wirtszelle zerreißt (Rattray 1885, Pl. CXLVIII; Magnus 1905, p. 348 Fig. 1), mit einem Teil seines Körpers in so charakteristischer Weise frei hinaustritt und nun ebenfalls in Mehr(2)zahl die kurzen und weiten Entleerungshälse ausbildet? Also auch noch hierin besteht Übereinstimmung!

Auf Grund aller dieser voranstehend angeführten Übereinstimmungen muß ich *Eurychasma Dicksonii* für eine „*Ectrogella*" erklären. Das Genus *Eurychasma* (1905) besitzt also keine Existenzberechtigung mehr, es muß (wie auch die Familie der Eurychasmaceae) eingezogen werden. *Ectrogella* Zopf (1884) hat überdies die Priorität. Neu für *Ectrogella* ist durch diesen Zuwachs nur die Erscheinung, daß die primären Schwärmer von *Ectrogella* (*Eurychasma*) *Dicksonii* — wie bei *Dictyuchus* — innerhalb des Sporangiums sich mit einer Membran umgeben, also Netzsporangien bilden können, mithin sich dort häuten. Petersen (1905, p. 476) erkennt in vollkommen richtiger Weise die Gleichheit dieses Vorganges mit dem Verhalten der Saprolegniaceenschwärmer an. Es ist dies gewiß eine schöne Entdeckung. Es finden sich somit bei der Gattung *Ectrogella* alle Typen der Saprolegniaceenschwärmerbildung realisiert; nämlich: der *Saprolegnia*-Typus (Häutung der primären Schwärmer fern vom Sporangium) bei *Ectrogella bacillariacearum* Zopf und auch in vielen Fällen bei *Ectrogella* (*Eurychasma*) *Dicksonii*; der *Achlya*-Typus (Häutung vor der Mündung des Sporangiums) bei *Ectrogella monostoma*, *Ectrogella gomphonematis* und *Ectrogella licmophorae* (siehe diese S. 8—10); der *Dictyuchus*-Typus oder die Netzsporangienbildung (Häutung innerhalb des Zoosporangiums) bei *Ectrogella Dicksonii* (Wright) Scherff. Wright (1877, Pl. 3 Fig. 3–5) zeichnet die Zoosporen seiner *Ectrogella* (*Rhizophidium-Olpidium-Eurychasma*) *Dicksonii* mit einer Geißel, und auch sonst gilt die Angabe (siehe z. B. Fischer 1892 p. 104), daß die Schwärmer eingeißelig sind (demzufolge dieser Organismus als Chytridiacee betrachtet wurde und wird). Die beiden neueren Forscher, die *Ectrogella Dicksonii* untersuchten, Loewenthal und Petersen, machen leider keine Angaben über die Begeißelung der Schwärmer. Doch auf Grund der soeben erwähnten, wesentlichen Eigentümlichkeiten bei der Ausbildung der Schwärmer, der bereits konstatierten Diplanie derselben, ist es mir sehr wahrscheinlich, daß eine erneute, genau auf diesen Punkt gerichtete Nachuntersuchung an den Schwärmern von *Ectrogella* (*Eurychasma*) *Dicksonii* (und auch bei den übrigen *Eurychasma*-Arten im Sinne Petersen's, wie *Eurychasma? Lauderiae* (Gran) Petersen und *Eurychasma? sacculus* Petersen) auch die zweite Geißel zum Vorschein bringen wird.

Bei den Chytridiaceen, insbesondere bei den Monolpidiaceen, aber auch in einer eigenen, neuen Familie, der Eurychasmaceen PETERSEN, kann sie alsdann nicht verbleiben, da sie so mit den Chytridiaceen keine näheren verwandtschaftlichen Beziehungen aufweist.

Saprolegniaceae.

Der Inhalt der vegetativen Schläuche zeigt nicht jenen eigentümlichen matten, weißlichen Fettglanz, wie er für die Ancylistineen charakteristisch ist, sondern er ist von körniger Beschaffenheit. In den typischen Fällen ist ein dünner, körniger, wandständiger Plasmaschlauch und ein zentraler Saftraum vorhanden. Schwärmer (wo solche gebildet werden) diplanetisch. Das primäre Schwärmstadium tritt (zwar zumeist mehr oder weniger reduziert) in typischer Weise in die Erscheinung, demzufolge herrscht hier (abweichend von den Leptomitaceen und den Ancylistineen) der *Achlya*-Typus und dessen Modifikation der *Dictyuchus*-Typus. Die primären Schwärmer haben (falls die Geißeln noch ausgebildet werden) zwei gleichlange und mehr oder weniger apicale Geißeln; die sekundären Schwärmer sind typischerweise traubenkern- (nieren- oder bohnen-) förmig und haben zwei seitliche Geißeln, von meist ungleicher Länge. Die Oosporen werden zumeist in Mehrzahl, in einem Oogonium, aus dem gesamten Plasmainhalt desselben, entweder sexuell oder parthenogenetisch (ungeschlechtlich) gebildet. Periplasma tritt nicht auf. Der Geschlechtsakt tritt hier mehr in den Hintergrund und Parthenogenesis ist eine weit häufigere Erscheinung als bei den Ancylistineen und ihren Verwandten. Die Dauer(Oo-)sporen sind von charakteristischem Bau; sie haben eine dicke Membran, eine parietale körnige Plasmalage, einen großen, mattglänzenden, zentralen oder exzentrischen Fettkörper und zeigen daneben, seitlich liegend, einen hellen, rundlichen, körnchenfreien Fleck.

Gattung *Ectrogella* ZOPF (1884).

Vegetationskörper vollkommen frei im Zelleib der Wirtszelle liegend, *Olpidium*-artig (ohne Infektionsfaden und ohne Rhizoiden), rundlich bis langgestreckt (schlauchförmig); die Wirtszellenmembran sprengend, bei Diatomeen die Schalen meist klaffend auseinandertreibend, in seiner Gänze (holokarpisch) zu einem Zoosporangium werdend, das durch zumeist mehrere kurze Entleerungshälse die Schwärmer entläßt. Schwärmer zweigeißelig, diplanetisch, in ihrem Verhalten teils den *Saprolegnia*-, teils den *Achlya*-, teils den *Dictyuchus*-

Typus zeigend (siehe auch S. 4 Anmerkung, sowie die einzelnen hier behandelten Arten). Dauersporen bei der den Typus der Gattung repräsentierenden *Ectrogella Bacillariacearum* Zopf bislang unbekannt. Bei *Ectrogella Licmophorae* mihi in Einzahl, anscheinend sexuell, wie bei *Olpidiopsis*, entstehend.

Diese Gattung steht den Saprolegniaceen nahe, zeigt aber auch Beziehungen zu *Olpidiopsis* und zu den Ancylistineen. Sie gehört ganz entschieden der Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe an, nicht aber zu den Chytridiaceen, mit denen sie — gleich *Olpidiopsis* — wohl äußerliche Ähnlichkeit, aber keine nähere Verwandtschaft hat.

Die *Ectrogella*-Arten sind vorwiegend Parasiten in Bacillariaceen, doch auch in Phaeosporeen und Rhodophyceen (*Eurychasma*). Die Gattung *Ectrogella* bloß für Bacillariaceen-Parasiten zu reservieren (Petersen) ist durchaus nicht angängig, da man auf „Nährsubstrate" hin Gattungen nicht aufstellen kann [1]). Eher könnte man sie zum Vertreter einer eigenen Familie, der „*Ectrogellaceae*" („einzellig bleibende Saprolegniaceen, bei denen der ganze Vegetationskörper holokarpisch zu einem einzigen Sporangium wird") machen, die man an den Anfang der Saprolegniinen-Peronosporineenreihe zu stellen hätte (siehe den Stammbaum auf S. 39), falls — was mir jedoch weniger wahrscheinlich erscheint — es sich hier nicht um „reduzierte" Formen handelt.

3. *Ectrogella bacillariacearum* Zopf.
(Taf. 1 Fig. 1—9.)

Ist der Typus der Gattung. In Bacillariaceen; hauptsächlich in *Synedra Ulna*, seltener in großen Exemplaren von *Meridion circulare* (Taf. 1 Fig. 8). Nach Zopf (1884, p. 177) auch in *Pinnularia*

[1]) Petersen (1905, p. 466) sieht in *Ectrogella bacillariacearum* Zopf nichts anderes als eine Art der Gattung *Pleotrachelus*, von welcher Gattung er am angegebenen Orte eine ganze Reihe, zumeist neuer Arten beschreibt und in welche er alle olpidiumartigen Formen stellt, die ihre Schwärmer durch mehrere Entleerungshälse aus dem Sporangium entlassen (1905, p. 447). Petersen ist also geneigt die Gattung *Ectrogella* aufzuheben und sie in die Gattung *Pleotrachelus* einzubeziehen. *Pleotrachelus* und *Ectrogella* wurden von Zopf in demselben Werke (1884) aufgestellt und zwar *Pleotrachelus* für seinen *Pleotrachelus fulgens* (1884, p. 173), dessen Schwärmer nach ihm eine Geißel besitzen. Die Schwärmer von *Ectrogella bacillariacearum* Zopf, für welche Zopf die Gattung *Ectrogella* schuf, besitzen — wie ich es feststellte — nicht eine, sondern zwei Geißeln und sind diplanetisch (vgl. S. 7). Es ist hiermit klar, daß, wenn bei *Pleotrachelus fulgens* nur eine Geißel vorhanden ist, von einer Zusammenziehung der Gattungen *Ectrogella* und *Pleotrachelus* (zugunsten der letzteren) keine Rede sein kann.

und *Gomphonema*. Ich selbst sah sie in *Pinnularia* nie und betreffs des Vorkommens in *Gomphonema* — wo ich sie auch nicht beobachten konnte — möchte ich meinen, daß hier eine Verwechslung mit *Lagenidium brachystomum* mihi vorliegt, wenigstens läßt ZOPF's Fig. 23 (1884, Taf. XVI) diese Deutung zu. *Ectrogella bacillariacearum* scheint ein kälteliebender Organismus zu sein, der sich am häufigsten im ersten Frühjahr (Februar, März) und dann im Spätherbst (November) findet, in welcher Zeit auch die Wirte große Häufigkeit aufweisen.

Intramatricaler Schlauch stets unverzweigt; Inhalt gleich anfangs mehr gleichmäßig, grobkörnig; nicht den Charakter des Ancylistineenschlauchinhaltes aufweisend (Taf. 1 Fig. 3). Durch Volumenzunahme in seiner ganzen Ausdehnung treibt er die beiden Schalen der Diatomee typischerweise einseitig klaffend auseinander und die kurzen papillenförmigen (rudimentären) Entleerungshälse (1—11) wachsen in den Spalt zwischen den auseinanderklaffenden Schalen frei hervor (Taf. 1 Fig. 8, 9 und die Abbildungen bei ZOPF 1884, Taf. XVI), ihre Membran allein färbt sich mit Chlorzinkjod schön und intensiv violett. Die diplanetischen Schwärmer verhalten sich wie bei *Saprolegnia*, sie bewegen sich schon innerhalb des Sporangiums, treten einzeln und fertig gebildet aus und bilden keine „Köpfchen" vor der Mündung des Entleerungshalses. Die primären Schwärmer sind birnförmig, 4 μ lang und 2 μ dick und besitzen zwei gleichlange Geißeln von der Länge des Körpers (4 μ), die unterhalb der Spitze, seitlich in einer seichten Einbuchtung inseriert sind (Taf. 1 Fig. 4 h). Nach wenig intensivem, nur sehr kurz dauerndem Schwärmen kommen sie zur Ruhe, kugeln sich ab und umgeben sich mit einer Membran (Taf. 1 Fig. 5). Nach längerer Ruhezeit häuten sie sich. Sekundäre Schwärmer sehr lebhaft beweglich (Bewegung schießend, von momentanen Pausen unterbrochen, mit häufigen Richtungsänderungen und anscheinend lange andauernd), oval, mit breiter, schiefer Abstutzung am Vorderende, aus deren Mitte zwei ungleich lange Geißeln (die längere von doppelter Körperlänge) entspringen (Taf. 1 Fig. 6)[1]. Beide Schwärmerarten besitzen nicht den Habitus der Chytridiaceen-Schwärmer; die primären Schwärmer

---

[1]) Die in der Literatur verbreitete von ZOPF (1884, p. 179, Taf. XVI Fig. 12 a) herstammende Angabe, daß die Schwärmer eine Cilie besitzen (FISCHER 1892, SCHRÖTER 1897), bezieht sich auf die primären Schwärmer und beruht auf unrichtiger Beobachtung; von dem Vorhandensein der sekundären Schwärmer hatte man keinerlei Kenntnis. Ganz dasselbe steht von *Olpidiopsis Schenkiana*. Siehe die Anmerkung auf Seite 16.



haben keinen „solitären“ Fetttropfen und führen, hauptsächlich im bauchigen Hinterteil, einige stark lichtbrechende, gröbere, annähernd gleichgroße Körnchen (Fetttröpfchen); die sekundären bestehen aus dichtem hyalinen Plasma, welches in der hinteren Hälfte ein oder einige größere, stark lichtbrechende Fetttröpfchen enthält. Dauersporen unbekannt.

4. *Ectrogella monostoma* nov. spec.

(Taf. 1 Fig. 10—19.)

Nur in *Synedra Ulna*; bei Igló, zuerst beobachtet im Jahre 1896.

Intramatricaler Schlauch 4—8 μ dick, unverzweigt, äußerst zartwandig, mit gleich anfangs körnigem Inhalt, nicht den Charakter des Ancylistineenschlauchinhaltes zeigend, holokarpisch zu einem einzigen Zoosporangium werdend. Im mittleren Teil des Schlauches entsteht eine blasenförmige Anschwellung, eine „Schwellblase“, durch welche die Schalen der Wirtszelle typischerweise klaffend auseinander getrieben werden (Taf. 1 Fig. 10, 11). Ein einziger, sehr kurzer, 2—3 μ weiter, cylindrischer Entleerungshals, welcher aus der Mitte der Schwellblase, an einer Seite derselben hinauswächst und frei zwischen den auseinander geschobenen Schalen hervortritt (Taf. 1 Fig. 12, 13, 14, 15, 17, 18), ist für diese Art charakteristisch. Mit Chlorzinkjod behandelt, färbt sich der Entleerungshals und ein plattenförmiger Teil der Sporangiumwand an seiner Basis intensiv violett, während der übrige Teil des Thallus farblos bleibt. Schwärmer diplanetisch; primäre Schwärmer wenig zahlreich, ohne Schwärmbewegung, ohne Geißeln, einzelweise aus dem Sporangium hinausgleitend und typischerweise — wie bei *Achlya* — vor der Mündung des Entleerungshalses einen maulbeerförmigen Haufen bildend, sich abkugelnd und dort encystierend (Taf. 1 Fig. 13, 14, 17). Durchmesser ihrer Cysten 6—8 μ. Nachher Häutung und Bildung der sekundären Schwärmer (Taf. 1 Fig. 15); die zurückgelassenen Cystenmembranen geben mit Chlorzinkjod Violettfärbung. Sekundäre Schwärmer 8 μ lang, traubenkernförmig, mit zwei seitlichen Geißeln (von denen die eine vorangeht, die andere nachgeschleppt wird) und ventraler Furche (Taf. 1 Fig. 16). Ihre Bewegung ist ein mit häufigem Richtungswechsel verbundenes Schwimmen, aber weder ein chytridiaceenartiges Hüpfen noch stoßweises Schießen. Dauersporen unbekannt.

Unterscheidet sich von den anderen *Ectrogella*-Arten vor allem durch den e i n z i g e n Entleerungshals. Im vegetativen Stadium ist

Ectrogella monostoma von *Ectrogella bacillariacearum* (und umgekehrt) absolut nicht zu unterscheiden, und auch die Unterscheidung von *Lagenidium brachystomum* mihi (S. 21), das ebenfalls sehr häufig in *Synedra Ulna* vorkommt, ist in diesem Stadium schwierig. Eine sichere Entscheidung darüber, welcher von diesen drei einander sehr ähnlichen, schlauchförmigen und doch grundverschiedenen, *Synedra Ulna* bewohnenden Parasiten vorliegt, ermöglicht erst die Feststellung der Beschaffenheit vollkommen ausgebildeter d. h. entleerter Zoosporangien und die Art der Schwärmerbildung.

5. *Ectrogella gomphonematis* nov. spec.

(Taf. 1 Fig. 20, 21 a—g.)

In *Gomphonema micropus* Ktz.; bei Igló, Juni 1904. Selten.

Intramatricaler Schlauch dick, unverzweigt, cylindrisch-oblong, die Schalen der Diatomee klaffend auseinander treibend, dünnwandig, holokarpisch zu einem einzigen Zoosporangium werdend. Meist zwei kurze, cylindrische, dünnwandige Entleerungshälse in der Nähe des oberen Schlauchendes (Taf. 1 Fig. 20). Schwärmer diplanetisch. Primäre Schwärmer eiförmig, etwas gestreckt, ca. 3 μ lang, ohne solitären Fetttropfen, mit einigen stark lichtbrechenden Körnchen und zwei gleichlangen, nahezu apicalen Geißeln, die etwas länger als der Körper sind (Taf. 1 Fig. 21 g). Sie schwärmen bereits innerhalb des Sporangiums, treten einzeln, fertig gebildet aus, bleiben aber schon an der Mündung des Entleerungshalses unter lebhaftem Zittern haften, gruppieren sich — wie bei *Achlya* — zu einem maulbeerförmigen Haufen und bleiben dort liegen. Nach der Abkugelung umgeben sie sich mit einer zarten Membran; die kleinen Fetttröpfchen fließen zu einem einzigen größeren Fetttropfen zusammen, wodurch die encystierten primären Schwärmer Chytridiaceenhabitus erhalten (Taf. 1 Fig. 20). Entsprechend der geringen Größe des Parasiten ist die Zahl der gebildeten primären Schwärmer nicht groß (ca. 15—18). Die Schwärmercysten haben einen Durchmesser von etwa 3 μ. Unter Zurücklassung der zarten Hüllen werden die sekundären Schwärmer gebildet, die ich jedoch nicht beobachtet habe. Dauersporen unbekannt.

Mit *Ectrogella bacillariacearum* Zopf ist dieser Parasit, der sich bei der Schwärmerbildung typischerweise wie *Achlya* verhält, nicht identisch.

6. *Ectrogella licmophorae* nov. spec.

(Taf. 1 Fig. 22—30.)

In *Licmophora* spec. In der Adria bei Rovigno; im Jahre 1904 (März).

Vegetationskörper intramatrical, mehr oval, *Olpidium*-artig, die Schalen der Diatomee ausbauchend und mehr oder weniger auseinander treibend; holokarpisch zu einem Zoosporangium werdend, mit 2—10 (nur bei ganz kleinen Individuen mit 1) nicht ganz kurzen, an der Basis kegelförmig verbreiterten und starkwandigen Entleerungshälsen, die oft an zwei gegenüberliegenden Seiten hervorwachsend, den Sporangien Sternform verleihen (Taf. 1 Fig. 23, 24, 25, 29 a—d). Das Sporangium dringt oft aus der Wirtszelle mehr oder weniger stark hervor und die Entleerungshälse gehen erst von diesen extramatricalen Teilen ab, auf eine Weise, die stark an *Ectrogella* (*Eurychasma*) *Dicksonii* (Wright) erinnert (Taf. 1 Fig. 23, 29 b). Schwärmer diplanetisch, zweigeißelig. Primäre Schwärmer birnförmig, 3 μ lang, mit zwei gleichlangen, anscheinend apicalen Geißeln von doppelter Körperlänge (Taf. 1 Fig. 28). Sie bewegen sich schon im Innern des Sporangiums, treten fertig gebildet einzeln aus und gruppieren sich typischerweise vor der Mündung der Entleerungshälse zu traubigen Haufen, kugeln sich ab und umgeben sich mit einer zarten Membran (Taf. 1 Fig. 22—25). Diese Schwärmercysten von 3,5 μ Durchmesser führen in ihrem dichten, homogenen, mattglänzenden Plasma peripherisch einige runde, stark lichtbrechende Körperchen (wohl Fetttröpfchen) von gleicher Größe (Taf. 1 Fig. 23). Ein solitärer Fetttropfen ist nicht vorhanden. Unter Zurücklassung der Hülle verläßt der Inhalt als sekundärer Schwärmer die Cyste (Taf. 1 Fig. 24, 25). Die sekundären Schwärmer konnte ich nicht beobachten. Es ist möglich, daß das primäre Schwärmstadium in manchen Fällen übersprungen oder der *Saprolegnia*-Typus realisiert wird, da sich manchmal vor der Mündung des Entleerungshalses kein Schwärmercystenhaufen (resp. die leeren Hüllen) befindet. Dauersporen werden in Einzahl in einer kugeligen Zelle von 14 μ Durchmesser anscheinend durch Befruchtung einer anderen Zelle — auf Art von *Olpidiopsis* — gebildet (Taf. 1 Fig. 30 rechts). Oospore farblos, rundlich, ca. 12 μ im Durchmesser, dick- und glattwandig, mit großen, unregelmäßigen Fettbrocken (Schollen), das Oogonium nicht ganz ausfüllend (Taf. 1 Fig. 30).

Dieser Organismus steht sowohl meiner *Aphanomycopsis* n. g. (siehe S. 11) als auch *Olpidiopsis* (durch die Bildungsweise der Dauer-

sporen) nahe. Von letzterer Gattung unterscheidet er sich durch die Vielzahl der Entleerungshälse und den *Achlya*-Typus der Schwärmerbildung, der hier der typische ist. In dem Hinauswachsen des Sporangiumkörpers aus dem Lumen der Wirtszelle und der Bildung der bisweilen astbildenden (Taf. 1 Fig. 29d) Entleerungshälse an diesen extramatricalen Teilen zeigt diese interessante *Ectrogella*-Art eine sehr bemerkenswerte Übereinstimmung mit *Ectrogella* (*Eurychasma*) *Dicksonii* und *Eurychasma sacculus* Petersen. Gestaltlich erinnern ferner die Sporangien an *Pleotrachelus*.

7. *Ectrogella perforans* Petersen
(1905, p. 466 Fig. VII, 1—8).

In *Licmophora Lyngbyei* und *Synedra Ulna*. An den Küsten Dänemarks.

Petersen's Fig. VII, 5 (in *Licmophora*) und 8 (in *Synedra*), welche Zoosporangien seiner neuen Art darstellen, zeigen eine derartige Ähnlichkeit mit meiner voranstehend beschriebenen *Ectrogella licmophorae*, daß es sich frägt, ob hier nicht ein und derselbe Organismus vorliegt. Nachdem aber nach Petersen die Schwärmer vor der Mündung der Entleerungshälse keine liegenbleibenden Haufen bilden, d. h. Petersen davon nichts erwähnt und außerdem nur eine lange Cilie besitzen sollen, so kann man diese Art vorderhand wohl als verschieden von meiner *Ectrogella licmophorae* betrachten. Ausgeschlossen ist es aber trotzdem nicht, daß hier doch ein und derselbe Organismus vorliegt; der Benennung Petersen's würde dann die Priorität gebühren.

Aphanomycopsis nov. gen.
(Taf. 1 Fig. 31—35; Taf. 2 Fig. 36—48.)

Die Membran des sich an der Oberfläche der Wirtszelle angehefteten Schwärmers bleibt als zartwandiges, keulenförmiges Bläschen, dessen basaler, stielförmiger Teil mit starklichtbrechender, glänzender Substanz ausgefüllt ist, längere Zeit erhalten (Taf. 1 Fig. 32, 33). Der eindringende Keimling durchbohrt die Schale der Diatomee mit einem runden Loch, zumeist über dem Endknoten, oder genau über der Raphe, seltener in der Fläche der Schale (Taf. 1 Fig. 34, 35, bei l.). Vegetationskörper ein reichverzweigter Schlauch mit wohlentwickelter Wand, der samt seinen sich durcheinander schiebenden, dicken, fingerförmigen Zweigen die ganze

Wirtszelle dicht ausfüllt (Taf. 2 Fig. 36). Schlauchinhalt vorerst mattglänzende Plättchen und dazwischen eingestreute, stärker lichtbrechende kleine Körnchen führend, also schollig (Taf. 2 Fig. 39 I). Später wie von wässeriger Flüssigkeit erfüllt erscheinend; in dem Wandbelag wenige winzige, glänzende, runde Körnchen, die Ortsveränderungen zeigen (*Aphanomyces*-Habitus Taf. 2 Fig. 39 II). Nachher reich an feinen, glänzenden Körnchen, einen nach innen unregelmäßig konturierten, verschieden dicken Wandbelag bildend, von deutlichem Saprolegniaceen-Habitus (Taf. 2 Fig. 39 III). Vor der Zoosporenbildung wolkig-flockig (Taf. 2 Fig. 39 IV). Holokarpisch wird der ganze Schlauch zu einem einzigen Zoosporangium und die Schwärmer entstehen durch „Ballung" aus dem plasmatischen Wandbelag. Die Schalen der Wirtsdiatomee werden nie klaffend auseinandergetrieben, auch nicht durchbohrt, sondern der lange, starkwandige, cylindrische Entleerungshals (manchmal auch mehrere) zwängt sich (vor dem Eintritt des Ballungsstadiums) aus dem geschlossen bleibenden Diatomeenpanzer, mit Hilfe eines „Spreizapparates" [1]), zwischen den beiden Gürtelbandplatten nach außen (Taf. 2 Fig. 41, 42, 37, 43, 44). Die Membran des Parasiten, insbesondere aber der Entleerungshals, färbt sich durch Chlorzinkjod violett.[2]) Schwärmer diplanetisch. Die unbegeißelten primären

[1]) Als „Spreizapparat" bezeichne ich jenen basalen Teil des Entleerungshalses, welcher sich in dem engen, spaltenförmigen Raum, welchen die beiden aufeinanderliegenden Platten der Diatomeengürtelbänder zwischen sich lassen, befindet. Dieser Teil ist durch eine starke, sehr auffallende und ganz eigenartige Verdickung seiner Membran ausgezeichnet (Taf. 2 Fig. 43, 78). Es sind nämlich nur die beiden Flanken des plattgedrückten und demzufolge beträchtlich erweiterten Entleerungshalsteiles stark verdickt (wie man es deutlich sehen kann, wenn man von oben auf diesen Teil herabsieht), während die vordere und hintere Wand, die den beiden Gürtelbandplatten anliegt, unverdickt erscheint (Taf. 2 Fig. 44, 79). Auf diese Weise wird gewissermaßen ein „Keil" gebildet, welcher dazu berufen ist, die beiden Gürtelbandplatten voneinander abzuheben (auseinander zu spreizen), sie in dieser Lage zu erhalten und so genügend Raum zu schaffen für den Austritt des Sporangiuminhaltes. Diese hochinteressante und zweckmäßige Einrichtung findet sich naturgemäß nur in solchen Fällen, wo der intracelluläre Parasit die beiden Schalen der Diatomee nicht klaffend auseinanderschiebt, hierdurch die Wirtszelle öffnet und seinen Körper mehr oder weniger freilegt, sondern wo der Panzer der Diatomee nach wie vor intakt und geschlossen bleibt und die Entleerungshälse die verkieselte Hülle der Wirtszelle durchdringen müssen, um ins Freie zu gelangen. In solchen Fällen zwängen sich die Entleerungshälse in der Regel zwischen den Gürtelbändern hindurch, vermeiden eine Durchbohrung der verkieselten Membran, zu welcher sie nur ausnahmsweise befähigt zu sein scheinen.

[2]) Chlorzinkjod spielt bei der Untersuchung der endophytischen Parasiten der Bacillariaceen aus der Reihe der Saprolegniineen-Peronosporineen eine sehr wichtige

Schwärmer treten einzelweise, ohne Schwärmbewegung aus, bleiben vor der Mündung des Entleerungshalses (wie bei *Achlya*) zu einem runden Köpfchen gruppiert liegen (Taf. 2 Fig. 41). um sich später zu häuten (Taf. 2 Fig. 42) und die sekundären Schwärmer von typischer Traubenkernform mit zwei seitlichen, ungleichlangen Geißeln zu entwickeln (Taf. 2 Fig. 46, 47a, b, c). Dauersporen vom Bau und Aussehen typischer Saprolegniaceen-Oosporen; farblos, kugelig oder breit oval, dick- und glattwandig, mit großem, rundem, exzentrischen Fettkörper und einem seitlichen, hellen Fleck (Taf. 2 Fig. 48c, d). Sie werden zu mehreren in einem ausgeweiteten, nicht von Querwänden abgegrenzten (?) Teil des intramatricalen Schlauches (also kein typisches Oogonium) anscheinend ungeschlechtlich gebildet (Taf. 1 Fig. 32). Periplasma fehlt. Keimung unbekannt.

Diese Gattung, nahe verwandt zu *Ectrogella monostoma*, gehört bereits in die Familie der *Saprolegniaceae*. Sie unterscheidet sich von

---

Rolle, indem es nicht nur die Cellulose enthaltenden Membranteile dieser Organismen violett färbt, sondern, infolge seines höheren Brechungsindex, namentlich den Panzer der Diatomee mit seiner hier so störenden Zeichnung nahezu unsichtbar macht, was sehr wertvoll ist, da dies erst eine klare Beobachtung des intramatricalen Parasitenkörpers ermöglicht. Dieses Reagens wirkt aufhellend und färbend zugleich. Es empfiehlt sich jedoch das Chlorzinkjod nicht am Deckglasrande, dem im Wasser liegenden Objekte, zuzusetzen, da auf diese Weise in der Regel keine Cellulosereaktion eintritt, auch dort, wo sie zu erfolgen hätte. Das zu untersuchende Magma muß vielmehr, mit möglichst wenig Wasser, d i r e k t in einem Tropfen des auf einem Objektträger aufgetragenen Reagens eingetragen und darin mittels Nadeln zerteilt werden; dann läßt man diesen Tropfen Chlorzinkjod u n b e d e c k t noch einige Zeit (1—2 Minuten) einwirken und legt erst dann das Deckglas auf. Die Wirkung ist oft überraschend. Um die die Beobachtung sehr hindernden Reste des Wirtszellkörpers zu entfernen, genügt leider die Einwirkung von Chlorzinkjod allein nicht; wohl aber leistet in dieser Hinsicht konzentrierte Chloralhydratlösung sehr gute Dienste, die besonders die braunen Reste der Diatomaceen-Chromatophoren rasch und meist vollständig entfernt und dann mit Chlorzinkjod kombiniert sehr schöne Resultate gibt. Man setzt das Chloralhydrat (5 Teile Chloralhydrat in 2 Teilen Aqua destillata gelöst) am Rande des Deckglases, dem im Wasser liegenden Objekte zu, und hilft eventuell mit Durchsaugen mittels Filtrierpapier nach. Ist die Aufhellung, die Zerstörung aller plasmatischen Teile und Reste erfolgt, so erscheint auch hier in diesem Medium der Diatomeenpanzer verschwunden, aber auch der aufgehellte, farblose Parasit ist nicht gut zu erkennen. Nun entfernt man das Chloralhydrat mittels Durchsaugen von destilliertem Wasser (was aber durchaus nicht gründlich geschehen muß) und setzt hierauf am Deckglasrand Chlorzinkjod hinzu, welches nun alle Cellulosemembranen wundervoll violett färbt und die Aufhellung wieder herstellt. Die Anwesenheit von Chloralhydrat im Präparat hindert glücklicherweise die Cellulosefärbung nicht, ja sie fördert dieselbe, Diese Methode gibt vorzügliche Resultate und ist bei diesen Untersuchungen von unschätzbarem Wert.

Aphanomyces durch das Fehlen eines differenzierten Zoosporangiums und durch das rudimentäre, mehreiige Oogonium.

Derzeit sicher nur eine einzige Art: *Aphanomycopsis bacillariacearum* nov. spec., bekannt. W. und G. S. West (1906) bilden auf Pl. XI in Fig. 9 ein Exemplar einer von einem parasitischen Pilz befallenen Desmidiacee, von *Pleurotaenium Ehrenbergii* (Bréb.) de Bary, ab. Dieser Pilz ist meiner hier angeführten *Aphanomycopsis bacillariacearum* sehr ähnlich, vielleicht sogar mit ihr identisch. Die Meinung dieser Autoren jedoch, daß derselbe zu den Chytridiaceen gehöre (l. c. S. 100), ist sicherlich nicht richtig; ob es sich aber um eine *Aphanomycopsis*- oder *Aphanomyces*-Art handelt, läßt sich — da die Oosporenbildung nicht bekannt ist — nicht sagen.

8. *Aphanomycopsis bacillariacearum* nov. spec.

Hauptsächlich in *Pinnularia viridis* Kütz., aber auch in *Epithemia turgida* (Ehr.) Kütz., selten in *Cymbella gastroides* Kütz. und *Nitzschia sigmoidea* (Ehr.) W. Sm. Bei Igló und in den Moorsümpfen bei der Villa Lersch ober Rox. Zuerst beobachtet im Jahre 1896.

Mit den Charakteren der Gattung. Intramatricaler Schlauch 8—10 μ dick. Entleerungshals gegen die Spitze sehr schwach und allmählich verjüngt, 6—7 μ dick, von sehr verschiedener, bisweilen ganz bedeutender Länge (bis ca. 240 μ lang), offenbar in solchen Fällen, wo es gilt die Schwärmer aus der im Detritus versenkten Wirtszelle (an die Schlammoberfläche) ins freie Wasser zu befördern. Cysten der primären Schwärmer 8 μ im Durchmesser. Sekundäre Schwärmer 10—12 μ lang, 7—8 μ breit. Die Schleppgeißel ist deutlich länger als die vordere aktive Geißel. Der Schwärmer schwimmt völlig ruhig, ändert aber oft, besonders wenn er auf ein Hindernis stößt, die Richtung, so daß die Schwärmbahn eine Zickzacklinie darstellt. Oosporen 20 μ im Durchmesser oder 24 $\times$ 20 μ.

Ancylistineae.

Die kleine, interessante Gruppe der Ancylistineae, die sich in ganz unzweideutiger Weise als zur Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe gehörend erweist, demnach mit den Chytridineen keine nähere Verwandtschaft besitzt, ist ausgezeichnet dadurch, daß die Oospore, ohne vorherige Ausgestaltung einer Oosphaere, stets in Einzahl innerhalb der weiblichen Zelle, eines Oogoniums, zumeist nach vorausgegangener Befruchtung durch eine andere, männliche Zelle (die

demselben oder auch einem anderen Individuum — Monoecie und Dioecie — angehören kann) also sexuell, aus dem gesamten Inhalt der beiden vereinigten Geschlechtszellen entsteht, ohne daß hierbei Periplasma in die Erscheinung tritt. Der Vollzug des Geschlechtsaktes herrscht also hier, im Gegensatz zu den Saprolegniaceae und in Übereinstimmung mit den Peronosporineae, vor. Die Oospore zeigt in ihrem Bau und Aussehen weitgehende Übereinstimmung mit den Oosporen der Saprolegniaceae, aber auch mit den Dauersporen der Chytridineen und den Dauersporen mancher zoosporenbildender Monadinen; es ist eine dicke Membran, eine mehr oder weniger körnige, dichte, parietale Plasmalage, ein großer, kugeliger Fettkörper, ja bisweilen auch ein seitlicher, heller Fleck (wie bei den Saprolegniaceen-Oosporen) vorhanden. Die zweigeißeligen Schwärmer sind zwar diplanetisch, aber die primären Schwärmer werden typischerweise (jedoch nicht ausnahmslos) unterdrückt, die Schwärmerbildung erfolgt hier vorherrschend nach dem *Pythium*-Typus (in Abweichung von den Saproleginaceen, wo der *Achlya*-Typus vorwiegt). Hierin stimmen die Ancylistineen mehr mit *Pythium* überein, zeigen also eine nähere Verwandtschaft zu diesem und mithin zu den Peronosporineen. Charakteristisch für die Ancylistineae ist ferner das Aussehen des Zellinhaltes in ihrem Jugendstadium, worauf bisher nicht geachtet wurde. Eine dichte, körnchenfreie Grundmasse zeigt in dieser Zeit einen eigenartigen, matten, weißlichen Fettglanz und es liegen in ihr teils stark glänzende Brocken von verschiedener Gestalt und Größe eingesprengt, oder sie zeigt sich erfüllt von mattglänzenden, weißlichen, unregelmäßig geformten, größeren Schollen, zwischen denen starklichtbrechende Fettkügelchen eingestreut liegen. Dieses Aussehen des Plasmas findet sich in gleicher Weise nur noch bei *Olpidiopsis*[1]). In diesem Stadium sind Vakuolen zumeist noch nicht vorhanden.

---

[1]) *Olpidiopsis*, einschließlich *Pseudoolpidiopsis* v. MINDEN (= *Pleocystidium* FISCH.), eine phylogenetisch sehr wichtige Form, die eine Sonderstellung einnimmt und welche — allen ihren sonstigen Eigentümlichkeiten zufolge — als ein Bindeglied zwischen der saprolegniaceenartigen *Ectrogella* und den Ancylistineen aufzufassen ist, weist mit den Chytridineen — abgesehen von der äußeren Ähnlichkeit — keine nähere Verwandtschaft auf. Die Art und Weise der Infektion (für *Olpidiopsis Schenkiana* auf Seite 104 näher geschildert und auf Taf. 4 in Fig. 194—198 bildlich dargestellt) ist bei *Olpidiopsis* nahezu ganz monadinenartig, und diese hat es zur Folge, daß der Vegetationskörper (auf eine ohne weiteres nicht eben leicht verständliche Weise) völlig frei im Innern der Wirtszelle liegend zur Entwicklung gelangt. Es kommt hier nicht wie bei *Lagenidium* zur Ausbildung eines fadenförmigen, intramatricalen Infektionsschlauches der den Parasitenkörper mit einem



Lagenidium.

Bei der Frage, welche Formen in diese Gattung einzustellen sind, und wie das Genus *Lagenidium* der ihm zunächst stehenden

seiner Enden sozusagen an die Wand der Wirtszelle festheftet. Der Körper der einzellig bleibenden *Olpidiopsis* gleicht gestaltlich im hohen Grade einem Sporangium der Ancylistineen, derart, daß man z. B. ein einzelliges Zwergindividuum von *Myzocytium* von einem *Olpidiopsis*-Sporangium ohne weiteres gar nicht unterscheiden kann. Die Schwärmer sind zweigeißelig und diplanetisch, denn auch diejenigen von *Olpidiopsis Schenkiana* ZOPF (= *Diplophysa Schenkiana* (ZOPF) SCHRÖTER = *Pleocystidium parasiticum* FISCH) machen keine Ausnahme (Taf. 4 Fig. 192b); die merkwürdigerweise bisher allgemein akzeptierte Angabe, daß hier die Schwärmer nur eine Cilie besitzen, beruht auf falscher Beobachtung. Bereits als eine Reduktion des primären Schwärmstadiums erscheint das merkwürdige Verhalten der Schwärmer bei der soeben erwähnten *Olpidiopsis Schenkiana*, wo die Umwandlung in die traubenkernförmigen sekundären Schwärmer nach kurzer Ruhezeit unter bemerkenswerten amöboiden Gestaltveränderungen (Taf. 4 Fig. 192a), ohne Häutung, durch direkte Umformung der primären Schwärmer erfolgt. Das gleiche Verhalten zeigen nach BARETT (1912, p. 215) die Saprolegniaceen bewohnenden *Olpidiopsis*-Arten; endlich auch einige *Pseudolpidium*-Arten, wie *Ps. pythii*, *Ps. aphanomycis* nach BUTLER (1907, p. 120—121, 128, 133), die demnach nicht zu den Chytridiaceen, sondern in die Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe gehören. Diese Reduktion des primären Schwärmstadiums macht alsdann schon hier weitere Fortschritte, indem dasselbe gänzlich unterdrückt wird, und die Schwärmerbildung typischerweise nach dem *Pythium*-Typus stattfindet, wodurch — sozusagen sofort — sekundäre Schwärmer erzeugt werden. Denn eine andere, richtige, Algen bewohnende *Olpidiopsis*-Art, *Olpidiopsis oedogoniorum* (DE WILDEMAN) mihi (= *Olpidium oedogoniorum* (SOROKIN) DE WILDEMAN = *Olpidiopsis (?) fusiformis* var. *oedogoniorum* SOROKIN, das Fragezeichen das SOROKIN beisetzte ist nunmehr überflüssig) bildet die Schwärmer bald nach dem *Achlya*-Typus (also auch die primären Schwärmer), bald nach dem *Pythium*-Typus (also nur die sekundären Schwärmer) aus. Siehe die eingehende Behandlung dieser Art auf Seite 103.

Die sexuell erzeugten Oosporen werden hier ebenfalls in Einzahl, auf eine dem Ancylistineentypus am nächsten stehende, bei *Olpidiopsis oedogoniorum* nahezu identische Weise gebildet, indem bei dieser Art die Oospore frei, im Innern des zartwandig bleibenden weiblichen Individuums, also in einem Oogonium liegt, dessen Lumen sie nur teilweise ausfüllt (Taf. 5 Fig. 208a, b). Im Aussehen und in ihrem Bau gleichen die Oosporen der Algen bewohnenden *Olpidiopsis*-Arten denjenigen der Ancylistineen.

Man sieht also hieraus deutlich, daß *Olpidiopsis* den Ancylistineen außerordentlich nahe steht. Der Wahrheit die Ehre gebend, muß ZOPF das Verdienst zuerkannt werden, daß er als erster seine *Olpidiopsis Schenkiana* nahezu an die vollkommen richtige Stelle im System brachte, indem er sie — auf ihre Verwandtschaft mit *Myzocytium* hinweisend (1884, p. 173) — in die Familie der Ancylistineen einreihte. Andererseits war es die irrige Beobachtung von FISCH (1884) und ZOPF — daß hier die Schwärmer eine einzige Cilie besitzen — welche es verursachte, daß dieser Organismus nachher aus seiner nahezu richtigen Stellung entfernt und von SCHRÖTER, FISCHER und allen anderen an einem völlig falschem Ort, zu den Chytridiaceen gebracht wurde, wohin er ganz entschieden nicht hingehört.

Gattung *Myzocytium* gegenüber abzugrenzen ist, macht sich eine gewisse Unsicherheit fühlbar, denn alle derzeitigen Bestimmungsschlüssel und Gattungsdiagnosen von *Lagenidium* lassen etwas zu wünschen übrig. Ich will mich in eine nähere Erörterung dieser Fragen hier nicht einlassen, da ich selbst nicht in der Lage bin die hier vorhandenen Schwierigkeiten aus dem Wege zu räumen und genügende Klarheit zu schaffen. Am richtigsten erscheint es mir derzeit, die bei *Lagenidium* vorherrschende Dioecie in den Vordergrund zu stellen[1]), wobei man aber nicht übersehen darf, daß Ausnahmsfälle recht oft vorhanden sind (insbesondere bei *Lagenidium Rabenhorstii* ZOPF Monoecie, auch in mit *Myzocytium* vollkommen übereinstimmender Weise) und auch Apogamie resp. Parthenogenesis vorkommt. Im übrigen muß man es gestatten, daß auch der „systematische Takt“ ein Wort mitrede. Ob der Vegetationskörper verzweigt oder unverzweigt ist, ob er holokarpisch zu einem einzigen Sporangium wird oder wie z. B. bei *Lagenidium Rabenhorstii* (dem Typus der Gattung) in mehrere Sporangien zerfällt, ferner seine Form und diejenige der Sporangien, dies alles scheint mir von geringerer Bedeutung zu sein. Man könnte zwar *Lagenidium*-Formen, wie *Lagenidium cyclotellae* nov. spec., *Lagenidium brachystomum* nov. spec., *Lag. oedogonii* SCHERFF, deren sozusagen unverzweigter Vegetationskörper holokarpisch zu einem einzigen Sporangium wird, in die Gattung *Lagenidiopsis* DE WILDEMAN (1896 p. 115) stellen, da DE WILDEMAN dies als eine hervorstechende Eigentümlichkeit seiner neuen Gattung betrachtet. Der Mangel an Verzweigung und das Einzelligbleiben bei der Sporenbildung ist jedoch ein wenig stichhaltiger Grund zur Aufstellung einer neuen Gattung; denn auch bei *Lagenidium Rabenhorstii* (dem Typus der Gattung, wo der Vegetationskörper typischerweise verzweigt ist und durch Querwandbildung in mehrere Sporangien zerfällt) finden sich Zwergindividuen, die gänzlich unverzweigt sind und holokarpisch zu einem einzigen Sporangium werden, also den Charakter einer *Lagenidiopsis* im Sinne DE WILDEMAN's annehmen. Es scheint überhaupt viel von den Ernährungs- und Raumverhältnissen abzuhängen, ob Verzweigung des Vegetationskörpers auftritt oder nicht. Die Membran des Schwärmers bleibt ferner — abgesehen von meinem *Lagenidium cyclotellae* und *Lagenidium oedogonii* (siehe

[1]) Demgegenüber wären die Formen der Gattung *Myzocytium* zu definieren als: „Zweigeißelige Schwärmer bildende, monoecische Ancylistineen, bei denen stets zwei benachbarte Zellen desselben Individuums als Geschlechtsorgane fungieren. Vegetationskörper typischerweise unverzweigt und wenn er in einzelne Glieder (Sporangien) zerfällt, an den „sogenannten“ Querwänden stark eingeschnürt.“

diese) — nicht nur bei *Lagenidiopsis reducta* de Wildeman erhalten, sondern auch bei *Lagenidium Rabenhorstii*, das doch den Typus eines *Lagenidium* darstellt (vgl. Zopf 1884, Taf. XII Fig. 12, 18, 22 und andere). Die Gattung *Lagenidiopsis* steht also auf schwachen Füßen, es war eigentlich kein Grund vorhanden sie aufzustellen; es geschah wohl nur deshalb, um die bisherigen Diagnosen nicht korrigieren zu müssen, und weil der Schlüssel Schröter's (1897, p. 63) betreffs der in Frage gekommenen Punkte (siehe de Wildeman 1896, p. 113 bis 114) Mängel und Schwächen besitzt.

Als eine Eigentümlichkeit von größerer Wichtigkeit erscheint mir die weiter verbreitete Erscheinung (*Lagenidium cyclotellae, L. brachystomum, L. oedogonii*, auch *L. Rabenhorstii* nach Zopf), daß bei diesen Formen der Körper des Parasiten nicht wie bei den Monadinen, bei *Olpidium-*, *Ectrogella-*, *Olpidiopsis*-Arten, aber auch bei *Lagenidium Rabenhorstii* (nach eigenen Beobachtungen) frei im Lumen der Wirtszelle liegt, sondern mittels eines fadenförmigen Fortsatzes, des „Infektionsfadens" an einem Ende, an die Eindringungsstelle, an die Wand der Wirtszelle befestigt ist. Die fadenförmige Dünnheit des Infektionsschlauches und die bedeutende, wurstförmige Dicke des Parasitenkörpers erscheint ökologisch höchst zweckmäßig, denn durch die erstere wird das Eindringen in die Wirtszelle mit geringem Aufwand von Material und Arbeit ermöglicht, während letztere, durch bedeutende Vergrößerung der absorbierenden Oberfläche, günstige Ernährungsverhältnisse für den Parasiten schafft.

9. *Lagenidium cyclotellae* nov. spec.

(Taf. 2 Fig. 49—59).

In *Cyclotella Kützingiana* Chauvin. Bei Igló.

Die Membran der keimenden Zoospore bleibt als zartes kugeliges Bläschen von 4 μ Durchmesser an der Außenfläche der Diatomee erhalten (Taf. 2 Fig. 49, 50, 53, 54, 57, 58) und durch einen fadenförmigen Fortsatz, dem „Infektionsfaden" (Taf. 2 Fig. 50, 53, 54, 56a und 57 rechts) hängt damit der intramatrikale, rundliche oder durch einige astförmige Aussackungen mehr oder weniger unregelmäßige (Taf. 2 Fig. 56b), stets einzellig bleibende Körper des Parasiten zusammen. Im Jugendzustand zeigt der Inhalt Ancylistineen-Charakter; dichtes, hyalines, weißlich glänzendes Plasma mit stark lichtbrechenden und glänzenden, eingesprengten Fettbrocken (Taf. 2 Fig. 57). Später (vor der Bildung der Schwärmer) tritt stets eine große, unregelmäßige Vakuole auf. Die Schalen der Wirtsdiatomee

werden klaffend auseinandergetrieben (Taf. 2 Fig. 56b) und der ca. 3 μ kurze und weite, zitzenförmige Entleerungshals wächst in diesem Spalt unbehindert, frei nach außen, aus welchem er zumeist nur wenig hervorragt. Demzufolge unterbleibt hier die Ausbildung eines mechanisch wirksamen „Spreizapparates"; die Wandung des Sporangiums ist überall von gleicher Stärke und gibt in ihrer Gänze, samt den erhalten gebliebenen, leeren Keimbläschen, mit Chlorzinkjod die Cellulosereaktion. Nach der Bildung des einzigen Entleerungshalses erhält das Zoosporangium mehr oder weniger Flaschenform (Taf. 2 Fig. 50, 51, 53, 55). Die Schwärmer im plasmatischen Wandbelag durch „Ballung" entstehend, schwellen nach dem Verschwinden des zentralen Saftraumes bis zur lückenlosen Berührung auf, sie erfüllen dann das ganze Lumen des Sporangiums; ihre Berührungsflächen aber bleiben stets scharf, deutlich sichtbar. Der geringen Größe des Sporangiums entsprechend, werden sie nur in geringer Zahl (5–6) gebildet und zeigen schon im Innern des Sporangiums schwärmende Bewegung, sie treten einzeln aus und schwimmen sofort weg. Diplanie wurde nicht beobachtet, sie ist aber wahrscheinlich vorhanden. Die Schwärmer sind den primären Schwärmern von *Ectrogella bacillariacearum* nicht unähnlich, oval bis eiförmig, ca. 6 μ lang, 3,5 μ dick; an der etwas konkaven Bauchseite entspringen unterhalb der Spitze zwei, etwa körperlange Geißeln. Ihr Körper besteht aus hyalinem Plasma, in welchem in der hinteren Hälfte eine ansehnliche, parietale, stark glänzende Fettmasse auffällig hervortritt (Taf. 2 Fig. 52). Sie schwimmen lebhaft in Zickzackbahnen, ohne dabei etwas von dem „Hüpfen" der Chytridiaceen-Schwärmer zu zeigen. Dauersporen kugelig oder breit-oval, bisweilen etwas eckig, unregelmäßig, ca. 10 μ im Durchmesser, oder 10—12 μ lang und 8—10 μ breit, farblos, mit glatter, starker Wand, mit dichtem, glänzenden, körnigen Wandbelag und großem, runden, mattglänzenden Fett(?)körper und einem seitlichen hellen Fleck; sie zeigen mithin den Ancylistineen- resp. Saprolegniaceen-Typus (Taf. 2 Fig. 59). Sie werden sexuell, nach vorhergegangener Befruchtung durch ein anderes, männliches Individuum in Einzahl, aus dem gesamten Plasma der Geschlechtsindividuen, wie bei *Olpidiopsis* und den Ancylistineen gebildet (Taf. 2 Fig. 58, 59). Keimung unbekannt.

Dieser Organismus steht sowohl *Olpidiopsis*, als auch *Ectrogella* sehr nahe. Von *Olpidiopsis* unterscheidet er sich durch die erhaltenbleibende Membran der eingedrungenen Zoospore, besonders aber durch den auftretenden intramatrikalen Infektionsfaden; welche Er-

scheinungen wohl bei *Lagenidium*-Arten, nicht aber bei *Olpidiopsis* zu beobachten sind Das Verhalten der Schwärmer stimmt zwar nicht zu einem *Lagenidium* (wo die Schwärmer zumeist nach dem *Pythium*-Typus — Ausnahme *Lagenidium pygmaeum* Zopf — gebildet werden), sondern eher zu *Olpidiopsis* und *Ectrogella*, aber dies ist kein entscheidendes Moment; mir erscheint das extramatrikale Bläschen und der Infektionsfaden von größerer Wichtigkeit. Mit Bezugnahme auf alle in Betracht zu ziehenden Momente betrachte ich *Lagenidium cyclotellae* als ein Bindeglied zwischen der Gattung *Ectrogella* und den Ancylistineen und eine ähnliche Rolle spielt auch meine *Ectrogella licmophorae.*

10. *Lagenidium enecans* Zopf.

(Taf. 2 Fig. 60—69).

In *Cymbella gastroides* Kütz., *Pinnularia viridis* Kütz., *Amphora ovalis* Kütz., *Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Sm., *Stauroneis phoenicenteron* Ehrbg. und nach Zopf auch in *Cocconema lanceolatum.*

Intramatrikaler Schlauch an einem Infektionsfaden hängend (Taf. 2 Fig. 60), 6—12 μ dick, meist sparrig verästelt, mit kurzen, plumpen, fingerförmigen Zweigen, die ganze Wirtszelle durchwuchernd (Taf. 2 Fig. 61, 62) und holokarpisch zu einem einzigen Sporangium werdend. Im Jugendstadium führt er — wie bei allen Ancylistineen — dichtes, homogenes, weißlich glänzendes Plasma, dem größere, stark lichtbrechende und glänzende Fettbrocken eingesprengt sind (Taf. 2 Fig. 61). Die Schalen der Diatomee werden nie klaffend auseinandergetrieben, noch durchbohrt, sondern der cylindrische, 3—6 μ dicke, nicht lange (9—36 μ lange) Entleerungshals dringt mit Hilfe eines „Spreizapparates“ zwischen den Gürtelbandplatten der Diatomee hinaus und ragt nicht sehr weit über das Niveau der Wirtszellenoberfläche hervor; mit Chlorzinkjod färbt er sich intensiv rötlich-violett, während die übrigen Wandteile nur eine sehr zarte Färbung annehmen (Taf. 2 Fig. 63—65). Schwärmer zweigeißelig, 8—10 μ lang; sie schwimmen ziemlich rasch, stoßweise, jedoch ruhig; sie werden nach dem *Pythium*-Typus gebildet (Taf. 2 Fig. 67a, b, c), es werden also bloß die sekundären Schwärmer erzeugt. Dauersporen kugelig (18 μ diam.), breit-oval oder ganz unregelmäßig (buchtig-buckelig), 15—22 = 20—24 μ, glatt- und dickwandig, mit großem, zentralen, mattglänzenden Fettkörper und einem bis mehreren hellen Flecken (Vakuolen?) im gleichmäßig feinkörnigem Plasmainhalt (Taf. 2 Fig. 68, 69); wahrscheinlich durch Befruchtung einer sich anlegenden,

unregelmäßig kugeligen, antheridialen Zelle, nach Art der Saprolegniaceen entstehend (Taf. 2 Fig. 68). Keimung unbekannt.

Lagenidium enecans Zopf ist ein abschreckendes Beispiel dafür, welch ein Hemmnis es für den Fortschritt der Wissenschaft ist, wenn irgendeine neue Form, ohne ausreichende Charakterisierung und ohne Abbildung in die Welt gesetzt wird. Eine vollkommen sichere Wiedererkennung ist alsdann niemandem möglich, und die daraus hervorgehende Unsicherheit wird zu einer ständigen Quelle von Irrtümern. Ich glaube, daß meine voranstehend derart charakterisierte Form, die sich hauptsächlich — wie es Zopf angibt — in größeren Diatomeen findet, in der Tat *Lagenidium enecans* Zopf ist, dies um so mehr, als auch de Wildeman (1893 Pl. IV Fig. 32) — offenbar in einer *Pinnularia* — einen schlauchförmigen Endoparasiten abbildet und für *Lagenidium enecans* erklärt, der mit dem von mir beobachteten im Wesen übereinstimmt.

11. *Lagenidium brachystomum* nov. spec.

(Taf. 2 Fig. 70–85.)

In *Synedra Ulna* (Nitzsch) Ehrbg., *Cymbella cymbiformis* var. *parva*. *Gomphonema constrictum* Ehrbg., *Nitzschia linearis* (Ag.) W. Sm., bei Iglò.

Intramatrikaler Schlauch sehr zartwandig, bisweilen an einem Ende mit dem Infektionsfaden versehen (Taf. 2 Fig. 73), unverzweigt oder (in *Synedra*) mit buckelförmigen Astrudimenten oder selbst einigen kurzen, selten längeren, dem Hauptschlauch parallel, dicht anliegenden, fingerförmigen Ästen (Taf. 2 Fig. 80, 81, 74). Inhalt in der Jugend weißglänzend mit eingesprengten, stark glänzenden Fettkörnern und Brocken, aber nicht körnig (Taf. 2 Fig. 70, 71). Der ganze Vegetationskörper wird holokarpisch zu einem einzigen Zoosporangium, das durch einen (selten zwei) sehr kurzen, kegelstutzförmigen Entleerungshals, dem ein cylindrischer, extramatrikaler Halsteil nahezu fehlt, seinen Inhalt entleert (Taf. 2 Fig. 76, 77a u. b). Der Entleerungshals zwängt sich mit stark verdickter Basis, mittels eines typischen „Spreizapparates" zwischen den beiden Gürtelbandplatten der Diatomee hindurch; die Schalen der Diatomee werden weder klaffend auseinandergetrieben, noch durchbohrt (Taf. 2 Fig. 78—81). Mit Chlorzinkjod behandelt zeigt die ganze Membran schöne, rötliche Violettfärbung. Die oft in sehr geringer Zahl (2—4) gebildeten zweigeißeligen, 8 μ langen Schwärmer entstehen typischerweise nach dem *Pythium*-Typus (Taf. 2 Fig. 75a—c; 76); es sind

demnach traubenkernförmige, sekundäre Schwärmer mit hellem, seitlichen Fleck und ventraler Furche; ihre Bewegung ist oft sehr lebhaft, stoßweise in Zickzackbahnen vor sich gehend, gewissermaßen hüpfend. Vor der Festheftung umflattert gewissermaßen der Schwärmer die Wirtszelle, gleitet zitternd an deren Oberfläche und heftet sich unter zitternder Bewegung fest, indem er sich mit der ventralen Fläche, welche die Furche trägt, fest der Wirtszelle anlegt. Darauf zieht er sich, die Rückenfläche emporwölbend, zusammen und nimmt Kugelgestalt an (Taf. 2 Fig. 82). Der nun 5 μ im Durchmesser haltende Keim dringt mittels eines fadenförmigen Keimschlauches in die Wirtszelle ein. Die kleinen glänzenden Fetttröpfchen fließen zu einigen größeren zusammen (Taf. 2 Fig. 83) und in dem Maße als der Keimling sein Plasma in den Keimschlauch entleert, tritt alsbald eine nach und nach an Größe zunehmende Vakuole auf. Die Membran des entleerten Keimlings ist an der Wirtszelle als ein kugeliges oder zerknittertes, sehr kurz gestieltes Bläschen erkennbar. Die Dauerspore entsteht in Einzahl in einem gestaltlich nicht verschiedenen Individuum anscheinend auch ungeschlechtlich, aber auch offenbar nach Befruchtung durch ein zweites, in derselben Wirtszelle anwesendes (männliches) Individuum (Taf. 2 Fig. 85); sie ist rundlich in Cymbella, breit-oval bis oblong, 11—24 μ lang, 6—10 μ breit in *Gomphonema*, *Synedra*, farblos, ihre Membran mäßig stark, glatt, im Innern zeigt sie — völlig ausgebildet — ein oder zwei große, kugelige Fett(?)körper und einen dichten, glänzenden, parietalen, körnigen Plasmabelag (Taf. 2 Fig. 84 a, b). Ihre Keimung ist unbekannt.

Dieses *Lagenidium* ist von dem ebenfalls Diatomeen bewohnenden *Lagenidium enecans* Zopf durch den typischerweise unverzweigten Vegetationskörper verschieden, besonders scharf aber durch den ganz kurzen, kegelstutzförmigen Entleerungshals, der hier nie so lang ist wie dort und keinen cylindrischen extramatrikalen Teil, keinen wirklichen „Hals“ besitzt (daher auch der Speciesname βραχυς = kurz, στομα = Mund). *Lagenidium brachystomum* findet sich ferner hauptsächlich in kleineren Diatomeen, es ist jener Organismus, den ich früher — zufolge der mangelhaften Charakteristik von *Lagenidium enecans* — auch für *Lagenidium enecans* Zopf hielt, und der die nicht zutreffende Angabe veranlaßte, daß *Lagenidium enecans* sich auch in *Cymbella cymbiformis* var. *parva* und in *Gomphonema constrictum* finde (Scherffel 1902, p. (106)) und welche Angabe hiermit richtiggestellt sei. Da *Lagenidium brachystomum* wie *Ectrogella bacillariacearum* Zopf und meine *Ectrogella monostoma* sich sehr häufig

in *Synedra Ulna* findet, so ist im Jugendstadium eine Verwechslung mit diesen beiden *Ectrogella*-Arten sehr leicht möglich, wenn auch der Inhalt der *Ectrogella*-Schläuche mehr körnig ist und nicht den Ancylistineen-Habitus zeigt. Eine sichere Entscheidung darüber welcher Parasit vorliegt, ermöglicht erst die Beobachtung entleerter Zoosporangien. *Lagenidium brachystomum* treibt die beiden Schalen der Wirtsdiatomee nie klaffend auseinander, wie es die *Ectrogella*-Arten zu tun pflegen, und der mit schön entwickeltem Spreizapparat ausgestattete kurze, kegelstutzförmige Entleerungshals unterscheidet *Lagenidium brachystomum* sofort und ganz scharf von den *Ectrogella*-Arten einerseits und von *Lagenidium enecans* andererseits. Es bildet ferner *Ectrogella bacillariacearum* Zopf die Schwärmer nach dem *Saprolegnia*-Typus (sie schwärmen schon innerhalb des Sporangiums und treten fertig gebildet einzeln aus); *Ectrogella monostoma* nach dem *Achlya*-Typus; *Lagenidium brachystomum*, wie auch *Lagenidium enecans* und die *Lagenidium*-Arten überhaupt, nach dem *Pythium*-Typus. Es ist um so mehr angezeigt sich diese Differenzen vor Augen zu halten, da es vorkommt, daß ein und dieselbe *Synedra*-Zelle von *Ectrogella bacillariacearum* oder *Ectrogella monostoma* und *Lagenidium brachystomum* befallen erscheint; ein schönes Beispiel von Mischinfektion (Taf. 1 Fig. 19). Auch ist Mehrfachinfektion (ebenso wie bei *Lagenidium cyclotellae* und *Lagenidium enecans*) nicht selten und dann sind mehrere kleinere Individuen in derselben Wirtszelle und eine entsprechende Mehrzahl von Entleerungshälsen zu beobachten.

12. *Lagenidium* (nov. spec.?)
(Taf. 2 Fig. 86.)

Ein einziges Exemplar in einer großen *Pinnularia* bei Igló.

Vegetationskörper ein intramatrikaler, kaum verästelter, mit Infektionsfaden versehener Schlauch, der durch zahlreiche Querwände in viele Zoosporangien zerfällt und den Habitus von *Lagenidium Rabenhorstii* Zopf zeigt. Entleerungshals des Zoosporangiums nicht besonders lang, cylindrisch, aus der Wirtszelle hervorragend, sich zwischen den beiden Gürtelbandplatten hindurchzwängend, mit einer niedergedrückt-sanduhrähnlichen Erweiterung an der Innenfläche der Wirtszelle (Taf. 2 Fig. 86 bei x). Die Schalen der Diatomee werden nicht klaffend auseinandergetrieben. Schwärmer nicht beobachtet; vor den Mündungen der Entleerungshälse keine Haufen von Schwärmercysten oder deren leere Hüllen; sie werden also

wahrscheinlich nach dem *Pythium*-Typus entstehen. Oosporen kugelig, einzeln in kugeligen, geschnäbelten, möglicherweise seitlich am Fadengliede entstehenden Oogonien, anscheinend durch Befruchtung (monoecisch? oder dioecisch?) entstehend.

Mit dem einzellig bleibenden *Lagenidium enecans* Zopf ist dieses *Lagenidium*, dessen Vegetationskörper gleich demjenigen von *Lagenidium Rabenhorstii* Zopf holokarpisch in zahlreiche Glieder, in Zoosporangien und Geschlechtszellen zerfällt, sicherlich nicht identisch, und es dürfte vielleicht — als ein Diatomeen bewohnender Organismus — eine neue Art darstellen.

13. Parasit in *Coscinodiscus*.

Anhangsweise ist hier noch jener endophytische Phycomycet zu erwähnen, den Pavillard im Innern von *Coscinodiscus* auffand (1914, p. 169, Fig. 2 E) und den er (l. c. p. 172) als mit Apstein's *Synchaetophagus* für ähnlich erklärt. Da aber über die Art und Weise seiner Fortpflanzung, seinen feineren Bau nichts angegeben wurde, so läßt sich über seine genauere systematische Stellung nichts Bestimmtes aussagen. Vermutungen zu äußern ist jedoch ziemlich zwecklos, da hier — wie wir es sehen konnten — äußerliche Ähnlichkeit nicht viel bedeutet, es sich ebensogut um eine Ancylistinee als um eine Saprolegniacee handeln kann; ja im Hinblick auf die reichere Verzweigung des intramatrikalen Vegetationskörpers ist letzteres sogar wahrscheinlicher.

Endlich muß noch auf eine — mit Rücksicht auf die Zeit ihres Erscheinens — anerkennenswerte Arbeit von Lüders (1860), die auch eine Anzahl hierher gehörender, endophytischer Bacillariaceen-Parasiten zum Gegenstande hat und von guter Beobachtungsgabe und richtigem Urteil zeugt, hingewiesen werden. Da aber diesbezügliche Abbildungen leider nicht gegeben wurden und die Charakteristik seiner Formen viel zu kurz ist, so läßt sich deren systematische Stellung präziser nicht feststellen und mit Sicherheit auch eine eventuelle Identifizierung mit irgendeiner der hier behandelten Formen nicht durchführen. Es wäre sehr zu wünschen, wenn jemand in jener Gegend, wo Lüders forschte, in den erwähnten Diatomeen diese Formen wiederzufinden versuchte und sie genauer studieren wollte.

Bei den schwärmerbildenden Phycomyceten, die mit Schröter (1897, p. 62) als Oomyceten zusammengefaßt und den nicht-

schwärmerbildenden Zygomyceten gegenübergestellt werden können, müssen insbesondere zwei Hauptentwicklungsreihen unterschieden werden, nämlich: 1. die Chytridineen-Reihe und 2. die Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe. Diesen beiden Hauptreihen entspricht einigermaßen das, was LOTSY (1907, p. 110) in systematischer Vorahnung als die uniciliate und biciliate Reihe unterscheiden wollte, wenn es auch nicht gerade die Anzahl der Geißeln an den Schwärmern ist, welche den Hauptcharakter darstellt, sondern (nebst anderen Eigentümlichkeiten) vielmehr der Typus der feineren Vorgänge, welche bei der Schwärmerbildung im Inhalte des Sporangiums sich abspielen. Dieser entscheidet eigentlich darüber, welcher von diesen Reihen ein hierhergehöriger Organismus (ein Oomycet) zuzuzählen ist. Dieser ist so charakteristisch, daß man in der Regel schon aus ihm — wenn auch nicht mit voller Sicherheit, doch mit hoher Wahrscheinlichkeit — schließen kann, ob die Schwärmer der betreffenden Form eine oder zwei Geißeln aufweisen werden.

Beide Reihen entspringen aller Wahrscheinlichkeit nach gemeinsamen Urformen, als welche nach unseren derzeitigen Kenntnissen und in Übereinstimmung mit dem Deutsch-Ungarn J. KLEIN (wohl als ersten; 1882), dann SOROKIN (1883), GOBI (1884), DANGEARD (1886), BÜTSCHLI (1888, p. XIV), FISCHER (1892, p. 3), KLEBS (1892, p. 290 u. 428), WILLE (1903, p. 176) und anderen die zoosporenbildenden Monadinen, die Familie der Pseudosporeae, eigentlich *Aphelidium* und diesem ähnliche Formen aufgefaßt werden müssen. Aus dieser gemeinsamen Basis entspringend sind also diese beiden Reihen tatsächlich miteinander verwandt, es ist demnach nicht sehr zu verwundern, wenn in beiden, gemeinsame Züge zutage treten. So ein gemeinsamer Zug ist es, wenn beim Eindringen in die Wirtszelle die Membran des festgesetzten Schwärmers an der Außenfläche der Wirtszelle als ein zartwandiges, leeres Bläschen zurückbleibt (als „Cystenhaut" PETERSEN), wie wir es bei manchen Chytridiaceen, bei Ancylistineen (*Lagenidium*, *Myzocytium*), ferner auch bei Saprolegniaceen (*Aphanomycopsis*) sehen. Diese Erscheinung, die PETERSEN (1910, p. 497) sogar für eine hochwichtige, alle Chytridineen vereinigende und diese mit den höheren Phycomyceten verknüpfende Eigentümlichkeit erklärt, ist aber eigentlich ein Atavismus, denn sie findet sich schon in völlig gleicher Weise bei *Aphelidium Melosirae* SCHERFF., bei *Aphelidium tribonemae* nov. spec., bei *Aphelidiopsis epithemiae* nov. gen. nov. spec., also bei tierischen Organismen, bei jenen niederen Monadinen, die ich für die Urformen der Oomy-

ceten ansehe resp. die den wirklichen, ehemaligen Urformen derselben am nächsten kommen dürften. Solche gemeinsame Züge waren und sind es auch, welche dann öfters dazu führten, zwischen Formen der einen Reihe und Formen der anderen eine „nähere“ Verwandtschaft anzunehmen, auch in Fällen, wo eine solche sicherlich nicht existiert. So z. B. stellte man Formen wie *Ectrogella, Olpidiopsis* und die Ancylistineen, die alle zweifellos der biciliaten Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe angehören, auf Grund habitueller Ähnlichkeiten unter die Chytridineen; ein Vorgehen, das durchaus als verfehlt zu bezeichnen ist, denn mit den eingeißeligen Chytridiaceen haben diese in ihrem Wesen ganz abweichenden Formen — meiner Auffassung nach — keine „näheren“ verwandtschaftlichen Beziehungen.

Die **Chytridineen-Reihe** ist ausgezeichnet durch die typischerweise, d. h. in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle eingeißeligen, aus dichtem, homogenen, zumeist körnchenfreien, weißglänzendem Plasma bestehenden Schwärmer, die in ihrem Innern in ganz typischer Weise einen solitären, größeren, exzentrischen Fetttropfen in sehr charakteristischer Weise führen (Abweichungen und Ausnahmen kommen jedoch vor). Dieser Fetttropfen entstand phylogenetisch durch Zusammenfließen der in den Schwärmern der Monadinen in Mehrzahl vorhandenen winzigen Fettkügelchen; aber auch ontogenetisch ist seine Entstehung eine solche, denn die vor der Schwärmerbildung im homogenen Plasma des Sporangiums ganz gleichmäßig und fein verteilten, winzigen Fettpartikel fließen gruppenweise zusammen und bilden auf diese Weise die im reifenden Zoosporangium gleichmäßig verteilten, gleichgroßen und vollkommen kugeligen Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer, wodurch das Zoosporangium das für die Chytridiaceen so überaus charakteristische, ja spezifische Aussehen erhält. Die Schwärmer der Chytridiaceen sind typischerweise monoplanetisch. Bei der Bildung der Schwärmer tritt Vakuolenbildung als eine auffällige, durchgreifende Begleiterscheinung des Vorganges nicht auf. Das Plasma erfüllt (von einigen Ausnahmen abgesehen) als kompakte Masse das ganze Sporangium gleichmäßig und zerfällt simultan in die einzelnen Schwärmer. Zur Ausbildung eines zentralen Saftraumes und eines plasmatischen Wandbelages und zur „Ballung“ in die Schwärmeranlagen kommt es hier nicht.[1]) Die Schwärmer verlassen ihre

[1]) Als auf bemerkenswerte Ausnahmen könnte man hier auf *Achlyogeton entophytum* (Schenk 1859) und *Blastulidium paedophthorum* (Chatton 1907, p. 806 bis 807 Fig. 4) hinweisen. Eine genaue Nachuntersuchung dieser beiden Organismen,

Geißel meist nach sich ziehend (in Übereinstimmung mit den Monadinen) das Sporangium.[1] Ihre Bewegung ist im Grunde genommen ein überaus verschieden rasches „Gleiten“, in den typischen Fällen ein Hüpfen, hervorgerufen durch die fortwährende Richtungsänderung, wodurch die Bewegungsbahn zu einer Zickzacklinie wird. In mehreren Fällen wechseln öftere und längere Ruhepausen mit hüpfend-gleitenden Bewegungsphasen, man könnte sagen willkürlich ab. Es ist dann nicht jenes automatische „Schwimmen“, wie es sonst „pflanzliche“ Schwärmer zeigen, sondern es gleicht der Bewegungsform der Bakterien, die sich auch mehr unstet, mehr willkürlich, animalisch bewegen und welche Bewegungsform ebenfalls auf den animalischen Ursprung dieser Entwicklungsreihe hinweist. Die Geißel wird nachgezogen und verhält sich beim „Schwimmen“ in völlig gleicher Weise wie bei *Aphelidium* und den eingeißeligen *Pseudospora*-Arten ganz **passiv**, während die Richtungsänderung durch einen peitschenartigen Schlag derselben bewirkt wird, ganz so nämlich wie wir es bei den eingeißeligen Monadinen sehen, mit deren Schwärmern die Chytridiaceen-Schwärmer auch in ihrem sonstigen Verhalten eine nicht zu verkennende Übereinstimmung zeigen, wie z. B. das ruhige Liegenbleiben unmittelbar nach dem Austritt, die Amöboidität ihres

---

unter Berücksichtigung der hier entwickelten Anschauungen, also auch bezüglich der Geißelzahl der Schwärmer wäre sehr erwünscht. Insbesondere gilt dies für *Achlyogeton*, wo schon Fischer (1892, p. 77) sich veranlaßt fand, betreffs der Cilienzahl ein Fragezeichen beizufügen.

[1]) Betreffs des Entleerungsmodus der Zoocyste, des Austritts der Monadinen-Schwärmer finden wir bei Zopf (1885a, p. 35) die Angabe, daß die Cilie vorangeht und auf p. 34 in Fig. 9, IV ebendaselbst ist dieser Vorgang für *Pseudospora parasitica* bildlich dargestellt. Dies alles ist nicht richtig. Die Durchbohrung der Membran, sei es die Membran der eigenen Cyste, sei es die Membran der Wirtszelle, wird oft mit Hilfe eines haarfeinen Pseudopodiums bewerkstelligt, welches der Geißelinsertionsstelle gegenüber entsteht (Taf. 4 Fig. 177a u. 177b 1, p.), was schon Cienkowski (1858, p. 374) richtig beobachtete. Mit diesem bohrt der Schwärmer einen feinen Kanal durch die Membran, durch welchen resp. durch welches das Plasma des Schwärmerkörpers an die jenseitige Fläche der Membran übertritt. Ist alles Plasma, also der Körper des Schwärmers auf diese Weise übergetreten, dann erst wird die oder werden die Geißeln als letztes durch den Perforationskanal hinausgezogen. (Vgl. auch Cienkowski 1858, p 374.) Zopf selbst (1887) gibt für die Schwärmer seiner *Polysporella Kützingii* (l. c. p. 11, an zwei Stellen) an, daß das cilienlose Ende beim Austritt vorangeht und die Cilie nachgezogen wird, was auch meinen sonstigen Erfahrungen entspricht und jedenfalls richtig ist. Um so befremdlicher muß es erscheinen, daß auf seiner Taf. II in Fig. 35 (l. c.) die Abbildung das Gegenteil zeigt, die demnach in diesem Punkt ebenfalls unbedingt falsch ist.

Körpers, die plötzliche Aufnahme der Bewegung usw.[1]) Die Dauersporen entstehen häufig asexuell, aber Sexualität ist viel weiter verbreitet als es nach den vorliegenden veröffentlichten Angaben den

---

[1]) Die Behauptung von Delage et Hérouard (1896, p. 73), daß die Schwärmer der Monadinen eigentlich mit Unrecht als Zoosporen bezeichnet werden, weil hier die Geißel nicht dasselbe sei, wie bei den wahren Monaden, da sie sich an ihrer Basis nicht scharf vom Körper des Schwärmers absetzt und überhaupt nichts anderes ist als ein besser ausgeprägtes und beständigeres Pseudopodium („pseudopode mieux dessiné et plus fixe"), ist völlig unzutreffend. Diese falsche Anschauung zu der seinigen machend, veranlaßte es, daß Petersen (1910, p. 497) in bezug auf die Geißel einen wichtigen Unterschied zwischen Monadinen und Chytridineen sieht. Aber gerade das Gegenteil ist richtig; gerade die Geißel zeigt sowohl bei den Monadinen als auch bei den Chytridiaceen nicht nur in ihrer Erscheinung, in ihrer Beschaffenheit, sondern auch in ihrem Verhalten, also in jeder Hinsicht eine derartige vollkommene Übereinstimmung, daß an dem identischen Wesen dieses Organells in diesen beiden Organismengruppen nicht der geringste Zweifel bestehen kann. Die Zoocyste der Monadinen ist homolog dem Zoosporangium der Chytridineen. Daß das Zoosporangium bei den Chytridineen oft an der Außenfläche des Substrates zur Ausbildung gelangt, und die Zoospore nicht in ihrer Gänze in dieses eindringt, ist nur eine Folge der geänderten Ernährungsweise, daher von nebensächlicher Bedeutung. Daß Petersen in diesen Punkten in einen so fundamentalen Irrtum verfallen konnte, erklärt sich einfach dadurch, daß er — wie man es aus seiner Darlegung entnehmen kann (1910, p. 497) — die Monadinen nicht aus eigener Anschauung, sondern nur aus den Darstellungen in der Literatur kannte. Würde er sie aus eigener Anschauung kennen gelernt und nicht so im Banne einer althergebrachten Anschauungsweise gestanden haben, er wäre gewiß kein so entschiedener Gegner der Ableitung der Chytridineen von den Monadinen und kein so begeisterter Anhänger der Reduktionshypothese. Petersen betont ferner, daß Rhizoidenbildung bei den Monadinen nicht vorkommt und daß deren Vorhandensein bei den Chytridineen deutlich auf die Abstammung von höheren, ein Mycel besitzenden Phycomyceten hinweise. Es ist allerdings richtig, daß die Cysten der Monadinen keine Rhizoiden besitzen, aber bei der animalischen Ernährungsweise dieser Formen sind solche einfach überflüssig. Infolge der Änderung in der Ernährungsweise, des Überganges von der animalischen Ernährungsweise zur vegetabilischen d. h. zur Nahrungsaufnahme durch Osmose, mußte für eine Vergrößerung der absorbierenden Oberfläche gesorgt werden. Die diesem Zweck dienende Rhizoidbildung bei den Chytridineen ist eine Neuerwerbung, hervorgerufen durch die Notwendigkeit die absorbierende, nahrungsaufnehmende Oberfläche zu vergrößern. Die Rhizoiden der Chytridiaceen gingen aller Wahrscheinlichkeit nach aus Pseudopodien des nackten, amöboiden Monadinenkörpers hervor, wie denn auch in vielen Fällen ihre äußere Erscheinung, ihre außerordentliche Feinheit, ja selbst ihr Bau eine auffallende Ähnlichkeit mit starr gewordenen Pseudopodien aufweist. (So bezeichnet Wager (1913) die Rhizoiden von *Polyphagus euglenae* — obgleich unberechtigterweise — schlechtweg als „Pseudopodien"). Phylogenetisch betrachtet können diese Rhizoiden in einigen Fällen, vielleicht zugleich die Anfangsstadien, die Rudimente der „Pilzhyphe", mithin eines Mycels, darstellen, wiewohl ich meinen möchte, daß die „Pilzhyphe" phylogenetisch eher ihren Ur-

Anschein haben könnte. Spermatozoidenbildung fehlt. Die Dauersporen, typischerweise nicht im Lumen einer mit eigener Membran versehenen Mutterzelle — in einem Oogonium —, sondern durch

---

sprung nahm aus den sich schlauchförmig streckenden und auf diese Weise seine Oberfläche vergrößernden, intracellulären Körper der Monadinen, wie es uns *Pseudospora (?) myzocytioides* n. sp. ganz schön vor die Augen führt; ferner die bisweilen die Gestalt dicker unregelmäßig gestalteter, bis 68 μ langer Schläuche annehmenden Zoocysten von *Protomonas amyli* zeigen (siehe CIENKOWSKI 1856, Taf. I Fig. 12, 16, 17, 18, die ihn an keimende Sporen oder Pollenschläuche erinnern, p. 262). Auch findet diese Anschauung eine gewichtige Stütze in *Mitochytrium ramosum* DANGEARD (1911, p. 200), dessen vollkommen mycelartiger, schlauchförmiger, verzweigter, intramatrikaler Vegetationskörper holokarpisch zu einem einzigen Zoosporangium mit mehreren Entleerungshälsen wird, der aber außerdem an mehreren Stellen noch Rhizoiden entwickelt. Daß Rhizoiden nahezu ausschließlich bei solchen Formen entstanden, deren Vegetationskörper sich extramatrikal entwickelt, ist sehr leicht einzusehen, denn hier war ja dazu eine zwingende Notwendigkeit vorhanden, während bei einem inmitten der Nahrung liegenden Körper eine solche zwingende Notwendigkeit nicht vorliegt, da die ganze Oberfläche des Körpers sich in der Lage befindet Nahrung aufzunehmen. Meiner Ansicht nach ist es ganz ausgeschlossen, daß die Rhizoiden der Chytridineen durch Reduktion aus mycelialen Hyphen höherer Phycomycetenformen entstanden sind: denn welchen Sinn hätte es für einen bereits Hyphen, ein „Mycel" besitzenden höheren Phycomyceten bei Beibehaltung seiner parasitischen oder saprophytischen Lebensweise gehabt, sich seines vollkommeneren Absorptionssystems zu entäußern oder dasselbe auch nur zu reduzieren. Es müßte dieser Vorgang — falls er stattfände — geradezu als widersinnig bezeichnet werden. Gerade die Rhizoiden der Chytridineen geben das beweiskräftigste Argument ab, gegen eine Herleitung der Chytridineen von höheren Phycomyceten durch Reduktion, mithin gegen die von PETERSEN eifrig verteidigte Hypothese. Überall sehen wir das Gegenteil; sobald irgendein Organismus seine animalische Ernährungsweise aufgibt oder eine Pflanze zur parasitischen oder saprophytischen Lebensweise übergeht, findet eine Vergrößerung resp. Vervollkommnung der absorbierenden Oberflächen statt, nicht aber eine Reduktion derselben. (Vergleiche auch ATKINSON 1909, p. 443—447.) Die Annahme der Notwendigkeit einer solchen Reduktion wäre zwar noch zulässig in denjenigen Fällen, wo ein höher organisierter Parasit oder Saprophyt, als Wirt oder als Substrat, einen einzelligen Organismus von sehr geringer Körpergröße benutzt, aber nicht dort, wo das Substrat ausgedehnter (größer) resp. vielzellig ist. Nun finden wir aber eine nicht ganz geringe Zahl vollkommen rhizoidloser Chytridineen, namentlich *Olpidium*-Arten (auf eine einzige Zelle beschränkt, sich mit einem ganz geringen Nahrungsquantum begnügend) in größeren oder vielzelligen Wirten, wo zu einer Reduktion des Absorptionssystems absolut keine Nötigung vorliegt noch vorlag, wo ein höherer Pilz, mit einem wohlausgebildeten Absorptionssystem, mit seinen Hyphen das ganze Substrat durchwuchern kann und tatsächlich auch durchwuchert. Nun muß man es auch prüfen, ob solche rhizoidlose Formen nicht von einzelligen Algen (Protococcoideen) herzuleiten sind, eine Annahme die schon lange vorher gemacht wurde und noch jetzt gemacht wird. Betreffs der Rhizoiden liegt die Sache hier ebenso, wie bei der Annahme von Monadinen als Vorfahren: auch in

direkte Umwandlung eines sexuell differenzierten (weiblichen) Sporangiums, also **f r e i** entstehend, ähneln in ihrem Bau denjenigen der biciliaten Saprolegniinien-Peronosporineen-Reihe, aber auch den

---

diesem Fall wären die Rhizoiden aus ganz denselben Gründen eine Neuerwerbung. Der Bau der Schwärmer, deren Begeißelung, das Verhalten der Geißeln ist aber bei diesen Algen derart grundverschieden, daß von einer Ableitung von ihnen keine Rede sein kann. Überhaupt sind die Differenzen zwischen den Phycomyceten und den derzeit bekannten Algen — ganz abgesehen von dem Mangel an Chlorophyll — bei wirklich eingehender und genauer Prüfung in den wesentlichen Punkten solche, daß sie die Annahme einer Verwandtschaft, einer Ableitung der ersteren von den letzteren ausschließen. — Bei einer solchen bleibt sozusagen nur die äußere Ähnlichkeit übrig und eine gewisse Übereinstimmung in einigen allgemeinen Punkten, wie das Vorhandensein von Schwärmern, Sexualitätsvorgängen, die aber darin ihre Erklärung findet, daß die beiden großen Organismengruppen, Algen und Pilze, aus dem gemeinsamen Mutterboden der Flagellaten emporsteigende Entwicklungsreihen resp. Komplexe solcher sind. Es ist aber zu verwundern, wie zähe trotzdem an der eingebürgerten Auffassung, daß die Phycomyceten von Algen abstammen, festgehalten wird; ein schönes Beispiel für das Beharrungsvermögen in der Wissenschaft.

So versetzt eigentlich das Vorkommen von Rhizoiden bei den Chytridineen der Reduktionshypothese den Todesstoß. Die geringe Körpergröße und die so häufige intracelluläre Lebensweise sind also nicht Produkte der Reduktion, nicht regressiv durch Degeneration infolge des Parasitismus oder Saprophytismus entstanden, sondern von den Monadinenvorfahren ererbte Eigentümlichkeiten.

Nach Fischer (1892, p. 10) und Petersen (1910, p. 498) ist ferner der Umstand von Wichtigkeit, daß die Schwärmer der Chytridineen aus dem Sporangium stets durch eine vorgebildete Öffnung, durch einen „Entleerungshals“ entleert werden, welchem nach Petersen „Mycelnatur“ zuzuschreiben ist. Dagegen besitzt — nach ihnen — keine Monadinencyste einen solchen, sondern die Schwärmer verlassen, die Wand der Cyste durchbohrend, diese an verschiedenen Stellen. Demgegenüber möchte ich vor allem bemerken, daß ich in der Bildung des Entleerungshalses kein Moment sehe, das für eine „Mycelbildung“ spricht, sondern daß ich hierin ebenfalls eine Neubildung, eine Vervollkommnung erblicke. Bei den Monadinen treten tatsächlich die Schwärmer sehr häufig an ganz beliebigen Stellen aus der Cyste aus, deren Wand sie unter Schaffung eines unsichtbar feinen Kanals durchbohren; es ist dies jedenfalls ein primitives, ursprüngliches Verhalten. Jedoch was sehen wir —, bei solchen niedrigst stehenden Formen, wie *Aphelidium tribonemae* n. sp. (S. 44), *Aphelidium chaetophorae* n. sp. (S. 49), deren nackter Plasmakörper in einen Haufen von Schwärmern zerfällt, wo also nicht einmal von einer „Zoocyste“ gesprochen werden kann, treten die Schwärmer an einer **e i n z i g e n** Stelle aus der **W i r t s z e l l e** aus, offenbar, an der die zuerst austretenden sich bereits eine Öffnung in der dortigen Membran geschaffen haben und welche die nachfolgenden sich nun zunutze machen. Ganz dieselbe Erscheinung zeigt *Pseudospora leptoderma* (S. 61), wo die Schwärmer meistens an **e i n e r** Stelle durch die **M e m b r a n d e r Z o o c y s t e** hindurchtreten, ferner auch *Polysporella Kützingii* Zopf (1887, p. 11). Die Tendenz für die Schwärmer eine **g e m e i n s a m e** Austrittsöffnung zu schaffen ist also schon hier deutlich erkennbar. Dann besitzen die Dauersporen von *Pseudosporidium brassianum* Zopf (1886a, p. 128) eine **p r ä f o r m i e r t e**, mittels eines differenzierten

Dauersporen mancher Monadinen. Der große Fettkörper ist hier tatsächlich ein scharf konturierter, stark glänzender Tropfen und die parietale Körnerschicht fehlt, während bei den biciliaten Sapro-

---

Deckelchens verschlossene Öffnung, durch welche bei der Keimung die Schwärmer austreten. Endlich aber zeigt uns *Woronina glomerata* — die zufolge ihrer animalischen Ernährungsweise zu den Monadinen und nicht zu den Chytridiaceen gestellt werden muß —, daß nicht nur eine präformierte „Austrittsöffnung", sondern auch ein „Entleerungshals" hier nicht zu den Unmöglichkeiten gehört (Taf. 5 Fig. 221 bei a und Zopf 1894, Taf. III Fig. 1, 2); daß demzufolge aus dem vorher erwähnten Umstande kein kardinaler Unterschied zwischen diesen beiden Organismengruppen gemacht werden kann, daß dieses Argument Fischer's und Petersen's nicht stichhaltig ist. Eigentlich ist die Verlängerung der Membran an der Austrittsöffnung zu einem „Halse" Nebensache.

Endlich findet Petersen einen Hauptunterschied zwischen Monadinen und Chytridineen in dem Vorhandensein von Sexualität bei den Chytridineen und dem gänzlichen (?) Fehlen einer solchen bei den Monadinen und sieht in der übereinstimmenden Gestaltung und der Bildungsweise der sexuell erzeugten Dauersporen mit denjenigen höherer Phycomyceten ein wichtiges Moment, das für die Herkunft von höheren Formen derselben spricht. Nun, ein Geschlechtsakt ist bei den Monadinen derzeit allerdings mit Sicherheit nicht bekannt, doch folgt daraus, daß Sexualität hier wirklich fehlt? Keineswegs; wurden denn nicht die Mycetozoën, die den Monadinen verwandtschaftlich nicht gar zu fern stehen, bis in die neueste Zeit für Organismen gehalten, denen die Sexualität abgeht? — Mit Schaudinn kann man die Sexualität für eine, allen Lebendigem inhärente Eigentümlichkeit betrachten, die bei allen Organismen vorhanden ist oder war, und wo man sie nicht kennt, hat es nur soviel zu bedeuten, daß sie dort noch nicht gefunden ist. Die Cytologie und die mit dem Sexualakt verknüpften feineren Vorgänge in den Zellen sind aber bei den Monadinen bislang, ob der großen und vielen Schwierigkeiten bei der Untersuchung, unerforscht. Dieser Punkt muß also derzeit außer Diskussion bleiben. Es darf aber trotzdem nicht außer acht gelassen werden, daß die Sexualität in den verschiedensten Entwicklungsreihen selbständig auftritt und daselbst in ihrer Ausbildung bis zu den höchsten Stufen fortschreiten kann, und daß die dem Anschein nach ungeschlechtlich entstandenen Dauersporen mancher Zoosporen bildender Monadinen eine auffallende Ähnlichkeit mit den Oosporen höherer Phycomyceten aufweisen, in der ich selbst mehr sehe, als einen bloßen Zufall resp. eine rein äußerliche Ähnlichkeit.

Ein auf die verwandtschaftliche Zusammengehörigkeit mit den Monadinen hinweisendes und gegen die Abstammung von Algen sprechendes Moment erblicke ich ferner in der Teilungsfähigkeit der Schwärmer, die sich nur bei einigen Phycomyceten der Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe, in ausgeprägter Weise bei Monadinen (*Protomonas amyli, Diplophysalis stagnalis*), im großen Maßstabe bekanntlich bei den diesen ebenfalls verwandtschaftlich nahestehenden Mycetozoën, aber bei keiner richtigen Alge (denn die Volvocales sind noch keine Algen, sondern Flagellaten) findet, und welcher Vorgang — falls meine nicht sichere Beobachtung sich als richtig erweisen sollte — bei *Ectrogella gomphonematis* (S. 122) und *Ectrogella licmophorae* (S. 122) bereits innerhalb des Zoosporangiums, noch vor dem Ausschwärmen, stattfinden würde.

legniineen-Peronosporineen dieser Fettkörper meist eine zarte Kontur und matten Glanz zeigt, nicht den Eindruck eines Tropfens macht; ferner die stark lichtbrechende Körnerschicht an der Innenfläche der Sporenmembran stets vorhanden ist. Die Dauersporen sind in beiden Reihen demnach zwar ähnlich, aber doch nicht gleich.

Mit Chlorzinkjod geben die Membranen in dieser Reihe nur in wenigen Ausnahmsfällen die Cellulosereaktion, was schon Petersen richtig erkannte und in zutreffender Weise hervorhob (1910, p. 500).

Die zweite Hauptreihe, die **Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe,** ist ausgezeichnet durch die typischerweise zweigeißeligen und diplanetischen [1]) Schwärmer, die aus mehr oder weniger zahl-

---

Das unter anderem ebenfalls gegen die Algenabstammung der Pilze angeführte Argument Atkinson's (1909, p. 457 u. 469), daß das bei den Phycomyceten häufige „Durchwachsen“ der Sporangien bei Algen nicht vorkommt, ist nicht zutreffend. Er übersah es, daß diese Erscheinung auch bei der Chlorophycee *Acroblaste* (Wille 1897, p. 98) und bei zahlreichen Phaeophyceen (Oltmanns 1904, p. 464 u. 465) zu beobachten ist.

Meine feste Überzeugung, zu der ich unabhängig, durch meine Forschungen auf diesen hier in Rede stehenden Gebieten bereits vor vielen Jahren, ungefähr 1898, gelangte, ist es, daß die Hypothese der Phycomyceten-Abstammung von Monadinen als Vorfahren die einzig richtige ist und welche auch durch die Resultate der cytologischen Forschung immer mehr und mehr gestützt wird (vgl. Kusano 1912; Wager 1913, p. 193).

[1]) Ich betrachte die für diese Entwicklungsreihe so charakteristische Diplanie der Schwärmer — im Gegensatz zu der herrschenden Auffassungsweise — als eine ursprüngliche, von Monadinen-Vorfahren (siehe insbesondere meine *Pseudospora leptoderma*, S. 59) ererbte, allen hierhergehörigen Formen zukommende Eigentümlichkeit und nicht als eine solche, welche sich erst an höheren Formen, wie *Saprolegnia*, herausdifferenzierte (Butler 1907, p 47, 51 und auch Atkinson 1909, p. 454—456); denn sie tritt uns schon an den niedrigst stehenden Gliedern dieser Reihe, wie *Ectrogella* und *Olpidiopsis*, in der typischen Ausbildung entgegen. Die Diplanie stellt eine Verlängerung des Schwärmerzustandes dar, was unter gewissen Lebensverhältnissen (wie wir sie insbesondere deutlich bei den intracellulär lebenden Monadinen — also den mutmaßlichen Urformen der Oomyceten — antreffen) augenscheinlich von Vorteil ist, aber für den Organismus eine Verlängerung seines Entwicklungsganges bedeutet. Mit dem Fortschreiten der phylogenetischen Entwicklung läßt sich deutlich die Tendenz erkennen, den Entwicklungsgang und hierbei den Schwärmerzustand abzukürzen. Die dabei einsetzende Reduktion trifft nun in erster Linie die erste Schwärmperiode; und wir sehen, daß die primären Schwärmer mehr oder weniger in ihrer Ausbildung reduziert werden, bis sie endlich gar nicht mehr zur Ausbildung gelangen, ihre Bildung vollständig unterdrückt erscheint oder mit anderen Worten, dieses Stadium ganz wegfällt und nur die sekundären Schwärmer — aber nur scheinbar — direkt entwickelt werden. So finden wir bei *Ectrogella bacillariacearum*, *Olpidiopsis Schenkiana*, *Pseudolpidium*-Arten, *Saprolegnia*, *Leptolegnia*, die den *Saprolegnia*-Typus repräsentieren, also beide Schwärmperioden in

reiche Körnchen (Fetttröpfchen) führendem Plasma bestehen, und in der Regel keinen stark hervortretenden, solitären Fetttropfen zeigen. Die beiden Geißeln sind an den primären Schwärmern (den

---

der typischen Ausbildung zeigen, die primären Schwärmer vollkommen entwickelt; sie sind mit Geißeln versehen und bewegungsfähig. Bei dem *Achlya*-Typus erkennen wir bereits den Anfang der einsetzenden Reduktion; die primären Schwärmer werden wohl noch als Individuen ausgebildet, sie besitzen aber nunmehr rudimentäre Geißeln oder diese werden gar nicht mehr entwickelt und die nahezu oder vollständig bewegungsunfähigen Schwärmer treten entweder noch aus, bleiben aber vor der Mündung des Sporangiums in einem Haufen liegen (*Achlya* und viele andere) oder sie werden nicht einmal mehr aus dem Sporangium entleert, *Dictyuchus*-Typus (Netzsporangien) wie z. B. bei *Dictyuchus*, *Thraustotheka*. Nach der Häutung oder auch ohne eine solche (*Olpidiopsis*, *Pseudolpidium*-Arten) werden sie zu den sekundären Schwärmern mit der typischen Traubenkern(Nieren)-form und den zwei seitlichen Geißeln. Den nächst höheren Schritt repräsentiert der *Pythium*-Typus; hier werden die primären Schwärmer nicht einmal mehr als Individuen ausgebildet, sondern der ganze Sporangiuminhalt tritt oft als völlig einheitlich erscheinende Masse aus, um vor der Mündung des Sporangiums in die traubenkernförmigen mit zwei seitlichen Geißeln versehenen, sekundären Schwärmer zu zerfallen. Das erste Schwärmstadium erscheint mithin bereits völlig unterdrückt; es ist zwar in Wegfall gekommen, aber nichtsdestoweniger potentiell vorhanden. Bei allen diesen Typen, so verschieden sie auch erscheinen mögen, handelt es sich um ein und denselben Vorgang und so erklärt sich ungezwungen die höchst merkwürdige Erscheinung, daß bei ein und demselben Organismus die Schwärmer in ihrem Verhalten resp. in ihrer Bildungsweise bald dem einen, bald dem anderen Typus folgen, daß demnach hier der Bildungsweise der Schwärmer in der Charakteristik der Gattungen und Familien keineswegs jene entscheidende Wichtigkeit zukommt, welche man ihr bisher beimaß. So bilden z. B. *Ectrogella* (*Eurychasma*) *Dicksonii*, einige *Saprolegnia*-Arten die Schwärmer bald nach dem *Saprolegnia*-Typus, bald nach dem *Dictyuchus*-Typus; *Olpidiopsis oedogoniorum*, *Lagenidium oedogonii* und *Lagenidium Rabenhorstii* in der Regel nach dem *Pythium*-Typus, in anderen, selteneren Fällen nach dem *Achlya*-Typus. Insbesondere die drei letzterwähnten Fälle zeigen es unwiderleglich, daß beim *Pythium*-Typus, wo bereits das primäre Schwärmstadium gänzlich fehlt, die Schwärmer „monoplanetisch“ erscheinen, die primären Schwärmer dennoch und zwar potentiell vorhanden sind. Auch beim *Pythium*-Typus ist also die Diplanie vorhanden — und hierin stimme ich mit Atkinson (1909, p. 450) überein — nur ist sie bis zur Unerkennbarkeit verschleiert (latent) und tritt nur noch in Ausnahmsfällen, gewissermaßen als ein Atavismus deutlich zutage. Noch weiter geht dann die Reduktion des Schwärmerstadiums bei einigen Leptomiteen (*Rhipidium*, *Sapromyces*, *Araiospora*), bei *Pythiomorpha*, insbesondere aber bei den Peronosporeen, die allgemein als die höchststehenden Formen dieser Reihe betrachtet werden, z. B. bei *Albugo candida*, *Plasmopara pusilla*, *Plasmopara nivea*, wo der sogleich in die nierenförmigen, seitlich begeißelten, sekundären Schwärmer zerfallende Inhalt des Zoosporangiums (der „Conidie“) vorher nicht einmal mehr nach außen entleert wird, die völlige Ausbildung der sekundären Schwärmer schon innerhalb des Sporangiums vor sich geht, bis endlich (gewisser-

Schwärmern der ersten Schwärmperiode) gleichlang und mehr oder weniger apikal (polar), bei den sekundären Schwärmern (den Schwärmern der zweiten Schwärmperiode), die annähernd mehr oder weniger Traubenkerngestalt aufweisen (nieren-, bohnenförmig sind, wie der wenig korrekte, allgemein gebrauchte Ausdruck lautet) ungleich lang und mehr oder weniger seitlich inseriert. Die Bewegung der primären Schwärmer ist in manchen Fällen eine lebhafte, besonders noch im Innern des Sporangiums ein richtiges Durcheinanderwimmeln (bei *Olpidiopsis Schenkiana* ist ihr Austritt bisweilen ein ungestümer), doch nach kurzer Zeit, oft schon nach wenigen Sekunden, nimmt die Lebhaftigkeit ihrer Bewegung, meist überraschend schnell ab, hört das „Schwärmen am Platze" — wie ich es nennen möchte — in der Nähe, ja schon vor der Mündung des Sporangiums, (des Entleerungshalses) auf, und es tritt für einige Zeit Ruhe ein, während welcher die Umwandlung zum sekundären Schwärmer, ohne oder mit einer Häutung verbunden, erfolgt. Die längere Zeit hindurch schwärmenden sekundären Schwärmer zeigen in manchen Fällen wohl auch etwas vom Hüpfen der Chytridiaceen-Schwärmer, doch ist hier die Bewegung bei weitem mehr ein automatisches, regelrechtes Schwimmen und dabei ist eine Geißel (ganz so nämlich wie bei den zweigeißeligen Monadinen, bei *Aphelidiopsis epithemiae* nov. gen. nov. spec.; *Pseudosporopsis bacillariacearum* (Zopf) mihi, *Pseudosporopsis rotatoriorum* nov. spec., *Amylophagus algarum* nov. gen. nov. spec.) aktiv und geht voran,

maßen unter Vermittlung der beiden interessanten Fälle von *Plasmopara pygmaea* und *Plasmopara densa*) bereits als Anpassungserscheinung an das Landleben, auch die Bildung der sekundären Schwärmer unterbleibt, der Entwicklungsgang um beide Schwärmperioden gekürzt wird. Das Zoosporangium, das nunmehr auch oder ausschließlich, direkt mit einem Schlauch auskeimt, ist im letzteren Fall zur typischen „Conidie" geworden (*Bremia*, *Peronospora*), die das allerletzte Glied in der Kette, das Endstadium der Schwärmperiodereduktion repräsentiert. Ausnahmen, wie *Aplanes* bei den Saprolegniaceen, *Ancylistes* bei den Ancylistineen, wo es nicht zur Bildung von Schwärmern kommt, dann andere Fälle, in welchen diese bei manchen Arten oder unter gewissen Bedingungen oder abnormalerweise unterbleibt (de Bary u. Woronin 1881, p. 94 des Sep.-Abdr.), ferner Fälle, in denen allem Anschein nach eine Schwärmperiode übersprungen wird (bei *Olpidiopsis Schenkiana* manchmal die erste, bei *Pythiopsis* regelmäßig (?) die zweite) kommen vor, doch an dem Wesen der Sache ändern diese nichts.

Es ist sehr interessant zu sehen, daß Atkinson in einer Fußnote (1909, p. 455) auf die Möglichkeit dieser meiner, hier nun vor der Öffentlichkeit entwickelten Anschauung hinweist. Er huldigt aber nicht dieser, sondern schließt sich vielmehr (l. c.) einer Anschauungsweise an, welche schon vor ihm mehrere Forscher (Marshall Ward, Humphrey, Butler) vertreten hatten.

die andere wird nachgezogen. Es kann aber ebensogut die längere, als die kürzere vorangehen; beide Fälle erscheinen realisiert; der erstere Fall herrscht bei den zweigeißeligen Monadinen, der letztere bei den in diese Reihe gehörenden Oomyceten vor. Als von „Isokonten“ herstammend, — wie es Lotsy (1907, S. 110) will — können die Glieder dieser Reihe nicht betrachtet werden, da die definitive Schwärmerform, die sekundären Schwärmer in den typischen Fällen, und die Schwärmer jener Monadinen, die als die präsumptiven Vorfahren dieser Reihe in Betracht zu kommen haben, ausgeprägt heterokont sind. Bei der Schwärmerbildung treten in dieser Reihe jene feineren Vorgänge in die Erscheinung, welche eine ganze Reihe bedeutender Forscher beschäftigten und von welchen — die Saprolegniaceen betreffend — in einer ausgezeichneten Arbeit Rothert (1890) die eingehendste und allermeist zutreffende Darstellung geliefert hat. In ganz typischer Weise tritt hier im Sporangiuminhalt Vakuolenbildung auf („stade écumeux“ Petersen), in vielen, ja in den meisten Fällen kommt es zur Bildung eines zentralen Saftraumes, wodurch ein parietaler Plasmabelag herausgebildet wird, in welchem durch „Ballung“ die Schwärmeranlagen simultan herausdifferenziert und in welchem Stadium die Entleerungshälse gebildet werden. Dieser zentrale Saftraum verschwindet nachher auf einmal vollends und die aufschwellenden Schwärmeranlagen fließen scheinbar zu einer homogenen, das ganze Sporangium erfüllenden Masse zusammen (Büsgen's „Homogener Zustand“). In den Schwärmeranlagen lassen sich ferner auftretende und verschwindende Vakuolen beobachten (Spiel der kontraktilen Vakuolen). Alle diese Erscheinungen treten bei den Chytridiaceen nicht auf. Überhaupt erscheint der Vorgang der Schwärmerbildung hier äußerlich komplizierter, aber in den hochinteressanten Details zeigt er bedeutungsvolle Übereinstimmung. Im Anschluß an die voranstehend in aller Kürze angeführten Stadien des Schwärmerbildungsprozesses muß ich hier noch einen Umstand etwas näher erörtern. Bei den Monadinen werden die auf animalische Weise aufgenommenen, geformten Nahrungskörper in eine meist einheitliche, mehr oder weniger große Nahrungsvakuole eingeschlossen und in derselben verdaut. Daß diese Verdauung sozusagen nie restlos vor sich geht, daß die beinahe ausnahmslos geformten Residua einmal endgültig entfernt werden müssen, ist ohne weiteres einleuchtend. Diese Ausscheidung der Residua aus dem Plasmaleib des Organismus findet nun bei der Bildung der Fortpflanzungszellen, sei es diejenige der Schwärmer, sei es diejenige von Dauersporen statt, wobei dieselben

unter Ausstoßung der sie umschließenden Nahrungsvakuole eliminiert werden. Bei den Saprolegniaceen finden wir in den Zoosporangien und Oogonien typischerweise vor der Bildung der Schwärmer resp. Oosphaeren ein safterfülltes Lumen (einen zentralen Saftraum), dessen Inhalt in derselben Entwicklungsphase — nach vollzogener Differenzierung der Fortpflanzungszellen — plötzlich und auf einmal aus dem Plasmaleib ausgeschieden wird. Diese ausgeschiedene Flüssigkeit enthält hier natürlich keine geformten Nahrungsrestkörper wie bei den Monadinen, aber ohne Zweifel Endprodukte des Stoffwechsels, was schon daraus klar hervorgeht, daß sie bei ihrem Austritt aus der Mutterzelle chemotaktische Wirkungen auf in der Nähe befindliche Bakterien ausübt. Sie entspricht mithin dem Nahrungsvakuoleninhalt der Monadinen; der zentrale Saftraum der Saprolegniaceen-, *Olpidiopsis*- und Ancylistineen-Zoosporangien ist also homolog der Nahrungsvakuole der Monadinen. Daß nun dies homologe Gebilde, in der gleichen Entwicklungsphase, auf die gleiche Weise zur Entfernung gelangt, weist auch in nicht unbedeutsamer Weise auf die verwandtschaftliche Zusammengehörigkeit von in diese Reihe gehöriger Oomyceten mit gewissen Monadinen hin.

Es ist sehr bemerkenswert und in phylogenetischer Hinsicht überaus wichtig, daß schon bei den zoosporenbildenden Monadinen beide Typen der Schwärmerbildung, also der Typus der Chytridineen einerseits, derjenige der biciliaten Reihe andererseits, sich vorfinden, daß sozusagen selbst die feineren Vorgänge, welche bei der Schwärmerbildung im Phycomycetenzoosporangium zutage treten, schon hier zu beobachten sind. Die eigenartige Bildungsweise der Zoosporen bei den Formen der biciliaten Reihe muß also als von Monadinen ererbt aufgefaßt werden, selbst wenn es sich hierbei zum Teil um Erscheinungen der allgemeinen Protoplasmamechanik handeln sollte, welche unter ähnlichen Umständen, zur Erreichung gleicher Zwecke, in den Zoosporangien gewisser Algen wiederkehren.

Die Oosporen werden in dieser Reihe teils asexuell, teils geschlechtlich, in Ein- oder Mehrzahl, mit oder ohne Periplasma, im auffälligen Gegensatz zu den Chytridineen innerhalb einer membranumhüllten Mutterzelle, eines Oogoniums gebildet. Spermatozoiden fehlen auch hier. Die Oosporen zeigen typischerweise eine starke Membran, an deren Innenfläche sich eine dichtere körnige Plasmalage befindet, sie enthalten einen zentralen oder exzentrischen, großen, runden, meist zart umrandeten und mattglänzenden, homogenen Fettkörper und seitlich von diesem liegt im Plasma ein rundlicher heller, körnchenfreier Fleck.

Mit Chlorzinkjod behandelt, geben die Membranen (ganz besonders und merkwürdigerweise die Entleerungshälse der Zoosporangien bei jenen Formen, die bereits als Phycomyceten zu betrachten sind) in der Regel die Cellulosereaktion.

In diese beiden Hauptreihen lassen sich jedoch keineswegs sämtliche Formen der Oomyceten zwanglos einreihen. Einige Formengruppen scheinen vielmehr ebenfalls selbständige Entwicklungsreihen zu repräsentieren, andere mögen blind endigende Äste der Hauptreihen darstellen, deren Ursprung resp. Anschluß aber derzeit unklar ist und außerdem mag daran erinnert sein, daß auch hier — wie überall sonst — formelle Übereinstimmungen bisweilen nicht der Ausdruck naher, genetischer Verwandtschaft, sondern Parallelismen in nebeneinander herlaufenden Reihen sind.

Als eine, hier nicht unerwähnt zu lassende, allem Anschein nach selbständige Reihe möchte ich die durch den Besitz eingeißeliger Spermatozoiden so ausgezeichneten, bisher unter den Pilzen recht isoliert stehenden **Monoblepharideen**, im Vereine mit den diesen jedenfalls verwandten **Blastocladineen**, betrachten. (Betreffs der letzteren siehe die diesbezüglichen Erörterungen v. Minden's (1916, p. 201—209).)

Wie Lagerheim (1900, p. 12) aufmerksam machte, besitzt der Plasmaleib der Monoblepharideen-Hyphe eine charakteristische Schaumstruktur, welche mich an den scholligen Inhalt der jugendlichen Ancylistineen-Schläuche mit ihren mattweiß- und fettglänzenden Scheiben und Schollen, zwischen denen das Plasma dünne Lamellen bildet, in denen auch hier die stark lichtbrechenden Fettkörnchen liegen, erinnert. Die von Lagerheim (1900, p. 14) klar und eingehend geschilderten Vorgänge bei der Schwärmerbildung stimmen mit jenen überein, wie sie die Glieder der Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe und in ähnlicher Weise bereits einige Monadinen (*Pseudospora leptoderma*, *Pseudospora? Lindstedtii*, *Pseudosporopsis rotatoriorum*, siehe diese, S. 60, 65 Anm. 82) zeigen. Nicht minder bedeutungsvoll erscheint mir (die Untersuchungsresultate Lagerheim's zugrunde gelegt) das Verhalten der eingeißeligen Schwärmer, in welcher Beziehung die Monoblepharideen-Schwärmer in ganz überraschender Weise mit den Monadinen und daher auch mit jenen der eingeißeligen Chytridiaceen-Schwärmer übereinstimmen. Die Geißel wird also sowohl beim Austritt aus dem Zoosporangium als auch während des Schwimmens nachgezogen (Lagerheim 1900, p. 15 u. 16). In dem vorderen Teil des Schwärmerkörpers liegen einige kleine Fetttröpfchen, im hinteren einige winzige Vakuolen (Lagerheim 1900,

p. 16), wie es bei den Schwärmern von *Aphelidium tribonemae* (S. 45) und auch bei *Pseudospora leptoderma* (S. 62) der Fall ist. Dann schildert Lagerheim (l. c. p. 15) die Bewegungsart der Schwärmer als eine solche, daß man in derselben sofort diejenige der Monadinen-Schwärmer (von *Amylophagus*, *Pseudosporopsis* und *Pseudospora*-Arten) wiedererkennen muß, ja er selbst kann es nicht unterlassen, sie nahezu ganz richtig mit jener der Chytridiaceen zu vergleichen. So weisen also die Schwärmer der Monoblepharideen durch ihren Bau, durch ihr Verhalten deutlich darauf hin, daß die Wurzel dieser siphonalen, geschlechtlich hochdifferenzierten Phycomyceten bei den Monadinen zu suchen ist (siehe den Stammbaum auf Seite 39). Die eingeißeligen Schwärmer, das Fehlen der Cellulose in den Membranen nähert sie der Chytridineen-Reihe und derartige Beziehungen treten wohl noch klarer bei den ihnen verwandten Blastocladineen zutage. Bei diesen wäre besonders zu beachten das hyaline, körnchenfreie Plasma und die Abwesenheit von Vakuolen im Zoosporangium; die einzige, nachschleppende Geißel; die zapfenförmige, centripetale Membranverdickung im Zoosporangiumscheitel (der „Quellzapfen“ Minden's 1916, Taf. IV Fig. 30 und p. 200 Textfig. 2), der sich in gleicher Weise bei *Macrochytrium botrydoides* wiederfindet (Minden 1916, Taf. VIII Fig. 81) und den ich selbst einmal — als seltenen, doch sehr bemerkenswerten Ausnahmsfall — in einem Zoosporangium von *Chytridium Olla* A. Br. beobachtete, der aber sonst bei keiner Saprolegniinee bekannt ist.

Die gestaltlichen Ähnlichkeiten der Blastocladineen mit den der Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe angehörenden Leptomitaceen könnten vielleicht Parallelismen darstellen; zeigt doch auch das zweifellos der Chytridineen-Reihe angehörende, interessante *Macrochytrium botrydoides* v. Minden, noch mehr aber das etwas sagenhaft zu werden beginnende *Tetrachytrium* und *Zygochytrium* Sorokin's (mit denen v. Minden 1916, p. 248 in scharfsinniger Weise und — wie mir scheint mit Recht — sein *Macrochytrium* in verwandtschaftlichem Anschluß bringen will) „siphonalen“ Charakter, und dieser Umstand läßt diesen hier ausgesprochenen Verdacht nicht ganz absurd erscheinen. Dazu kommt noch als Stütze der supponierten Chytridineen-Verwandtschaft das Fehlen der Cellulose in der Zellwand und das sozusagen freie Entstehen von mit Zoosporen keimenden Dauerzellen, welche asexuell in undeutlich ausgebildeten Oogonien erzeugt werden.

Der Ansicht de Bary's (1881, p. 10) und Lagerheim's (1900, p. 35 des Sep.-Abdr.), daß die Monoblepharideen von *Oedogonium*-

artigen Algen abzuleiten sind, vermag ich mich in keiner Weise anzuschließen; die Ähnlichkeit ist eine allzu oberflächliche. Schon der Teilungsmodus der *Oedogonium*-Zelle, die vollkommen verschiedene Zellstruktur, der Cilienkranz der *Oedogonium*-Schwärmer widerlegen diese Annahme völlig. Überhaupt betrachte ich die „Fungi" (selbstverständlich mit Ausschluß aller apochromatischen, farblos gewordenen Algen) nicht als von Algen ableitbar, sondern sie gingen hervor aus chromatophorfreien, voranten, also tierischen Organismen, wie ich dies schon 1901 (Scherffel 1901, p. 154) aussprach und nur das eine könnte man noch zugeben, daß höchstens für gewisse Ascomyceten sich eine Ableitung von Algen, von den Rhodophyceen einigermaßen wahrscheinlich machen läßt.

Der leichten Übersicht wegen möge nun in groben Zügen eine graphische Darstellung meiner Anschauung über die Phylogenie der Oomyceten hier ihren Platz finden. In den Details gibt es natürlich der Probleme und Fragen noch viele, die einer Lösung harren.

(Siehe Stammbaum.)

Im Interesse der Sache will ich ferner eine Beschreibung jener neuen oder etwas dürftig bekannt gewordenen Formen — insbesondere Monadinen — geben, welche in den voranstehenden Erörterungen Erwähnung fanden, wenn diese auch (zum guten Teil) nicht Endoparasiten der Bacillariaceen sind.

Aphelidium melosirae Scherff.

(Taf. 2 Fig. 87—90 und Taf. 3 Fig. 91—101.)

(Siehe Scherffel, A. Mykologische und algologische Notizen. Hedwigia Bd. 41 1902, (p. 106) und Nehány adat Magyarhon növény- és állatvilágának ismeretéhez. Növénytani Közlemények. I. Kötet 1902, p. 109).

Unter lebhaft zitternd-schwingender Bewegung kommt der Schwärmer an der Oberfläche der Zelle von *Melosira varians* zur Ruhe und stellt alsdann ein kleines, 4 μ im Durchmesser besitzendes Kügelchen, welches im Innern einige winzige, stärker lichtbrechende Körnchen führt, dar (Taf. 2 Fig. 87). Hierauf wird die Membran der Diatomee durchbohrt; der jedenfalls vorhandene Bohrkanal ist aber von unsichtbarer Feinheit. Nach dem Eindringen in die lebende Wirtszelle erscheint der Parasit als ein mattes, homogenes Kügelchen von der Größe des extramatrikal zur Ruhe gekommenen und abgekugelten Schwärmers mit ein bis zwei stärker lichtbrechenden Körnchen, welches der Innenfläche des *Melosira*-

Plasmaschlauches anhaftet (Taf. 2 Fig. 88a, b). Der nunmehr entleerte Schwärmer bleibt als ein zartwandiges, farbloses, kugeliges Bläschen von 4 μ Durchmesser sehr lange erhalten (Taf. 2 Fig. 89) und diese leere Hülle des extramatrikalen Keimlings bleibt, mit Chlorzinkjod behandelt, farblos. Dieses extramatrikale Bläschen sitzt nicht immer über der Naht der Schalen der Diatomee, sondern recht oft an ganz beliebigen Stellen der Gürtelbandflächen (Taf. 2 Fig. 87, 88b); die Schwärmspore besitzt demnach jedenfalls die Fähigkeit, den Kieselpanzer der Wirtszelle zu durchbohren. Der rundliche, nackte, intracelluläre Keim vergrößert sich nach und nach; sein Plasma wird feinkörnig, winzige, stark lichtbrechende, bläulich glänzende Körnchen erscheinen in seiner Masse. Die Grenze des matten und schwer sichtbaren parasitären Plasmaklumpens wird durch demselben an seiner Peripherie anhaftende, ölartig erscheinende Tröpfchen und Körnchen markiert (Taf. 2 Fig. 89). Später erscheinen die Chromatophoren der Wirtszelle an seine Peripherie gelagert, um ihn gehäuft, er erscheint gewissermaßen in Chromatophoren eingehüllt (Taf. 2 Fig. 90; Taf. 3 Fig. 91). Frühzeitig wird im Innern des Parasitenkörpers eine große Verdauungs-(Nahrungs-)vakuole ausgebildet (Taf. 3 Fig. 92, 93), so daß der Parasit nun eigentlich eine ziemlich dünnwandige, rundliche Plasmablase darstellt, welche sich innerhalb des *Melosira*-Plasmaschlauches befindet. Die anfangs dem Parasiten außen anhaftenden Chromatophoren werden ins Innere der Nahrungsvakuole befördert und dort verdaut (Taf. 3 Fig. 93 obere Zelle). Dem Parasiten noch außen anhaftend, werden sie schon klumpig deformiert, ihre Färbung erscheint schon hier tiefer braun, etwas ins Grünliche verändert (Taf. 3 Fig. 92, 93 untere Zelle). Im Innern der Nahrungsvakuole werden sie noch mehr deformiert, und in dem Maße als ihre Verdauung fortschreitet, schrumpfen sie zu kleinen, unregelmäßigen Körnern zusammen, während ihre Farbe endlich in ein intensives Rotbraun übergeht (Taf. 3 Fig. 93 obere Zelle). Die einzelnen Nahrungsrestkörperchen, die oft lebhafte Brown'sche Molekularbewegung im Innern der Nahrungsvakuole zeigen, werden endlich (im Stadium der Schwärmerbildung) zu einem einzigen, großen, unregelmäßig gestalteten, dunkel rotbraunen Klumpen geballt (Taf. 3 Fig. 96), welcher zuletzt, allein, in der leeren, ausgefressenen Wirtszelle zurückbleibt (Taf. 3 Fig. 97). Außer den Chromatophorresten finden sich in der Nahrungsvakuole oft mehr oder weniger große und zahlreiche, zumeist durch das in Lösung gehende Diatomin gelb gefärbte, manchmal jedoch auch farblose

Öltropfen (Taf. 3 Fig. 94), die unverändert zurückbleiben (Taf. 3 Fig. 99). Solche Öltropfen finden sich manchmal auch außerhalb des Parasitenkörpers in der angegriffenen Wirtszelle, so wie stark lichtbrechende, farblose, rundliche Brocken unbekannter Natur, welche dem Parasitenplasma außen anhaften. Das Plasma des Parasiten ist stets vollkommen farblos (Taf. 3 Fig. 92—96) und enthält bloß meist zahlreiche, gleichgroße, bläulich glänzende Körnchen und außerdem noch einige größere, farblose Brocken. In der dünnen, plasmatischen Schicht, welche die große, zumeist runde Nahrungsvakuole umschließt, kann man einige vakuolenartige, helle, scharf umschriebene Stellen beobachten, die aber nicht kontraktil zu sein scheinen. Lange und feine, d. h. fadenförmige Pseudopodien entwickelt der rundliche, intracelluläre Parasitenkörper nicht, wohl aber werden entfernter liegende Chromatophoren der Wirtszelle mittels eines breiten, stumpfen oder unregelmäßige Gestalt annehmenden Pseudopodiums, also eines Lobopodiums herangezogen (Taf. 3 Fig. 92, 93 untere Zelle). Die Amöboidität der intramatrikalen „Amöbe“ ist keine auffallende. Eigentümlich ist es, daß in manchen von *Aphelidium melosirae* befallenen Zellen, eine farblose, dichte, matt- und fettglänzende Masse (Flüssigkeit) den übrigen Raum der Wirtszelle erfüllt, so daß der Parasit sozusagen in dieser eingebettet liegt (Taf. 3 Fig. 94, 95, 100). Diese Masse ist kein Öl, auf Zusatz von Alkannatinktur verschwindet sie sofort, färbt sich also nicht, und auch bei Zusatz von wässriger Fe_2Cl_6-Lösung verschwindet sie ohne Färbung, sie ist also auch nicht Gerbstoff. Auffallend ist es, daß in solchen Fällen der Parasitenkörper an seiner Oberfläche oft eine zarte Membran ausscheidet, was er normalerweise nicht tut; in solchen abnormen Fällen entsteht alsdann, wenn er zur Schwärmerbildung schreitet eine membranumhüllte „Zoocyste“, wie bei *Pseudospora* (Taf. 3 Fig. 100), was zugleich schlagend beweist, daß diese beiden Gattungen in engster Weise verwandt sind, d. h. ineinander übergehen. Doch dies ist, wie gesagt, ein nicht normaler Fall, keine Regel. In anderen abnormen Fällen scheint um die Nahrungsvakuole eine zarte Membran abgeschieden zu werden (Taf. 3 Fig. 99), in ähnlicher Weise, wie es Wahrlich (1889, p. 277, Taf. X) bei seiner *Vampyrella vorax* var. *dialysatrix* fand, und de Bruyne (1890, p. 57) für seine *Pseudospora edax* angibt.

Ist der Inhalt der *Melosira*-Zelle verdaut, so schreitet der Parasit zur Schwärmerbildung. Bei derselben wird die Nahrungsvakuole samt den in ihr befindlichen Nahrungsrestballen ausgestoßen und

dieser kommt seitlich neben die in die Schwärmer zerfallene Plasmamasse des Parasiten zu liegen (Taf. 3 Fig. 96 bei b). In Ausnahmsfällen, gewissermaßen durch die bedeutende Größe der Nahrungsvakuole bedingt, zerfällt dabei der Parasitenkörper in zwei, Schwärmer bildende Teile (rudimentäre Sorusbildung!). Bereits in dem Augenblick, in welchem der Nahrungsrestballen ausgestoßen wird, die Nahrungsvakuole verschwindet, erscheint die Plasmamasse in einen maulbeerartigen Haufen gleichgroßer Plasmaportionen, in die Schwärmer zerfallen. Der solide Haufen der Schwärmer ist an seiner Oberfläche normalerweise von keiner noch so zarten Membran umhüllt, er ist nackt und zeigt als Ganzes Orts- und Gestaltveränderungen (Taf. 3 Fig. 96 bei b). Die Schwärmer zeigen verschiedene Gestalt, sie sind wohl etwas amöboid; im allgemeinen sind sie rundlich, mattglänzend, schwach lichtbrechend, wenig deutlich wahrnehmbar (Taf. 3 Fig. 98 a). In dem mattglänzenden homogenen Plasma sind einige stärker lichtbrechende Körnchen vorhanden, ein Fetttropfen, wie er für die Chytridiaceen-Schwärmer charakteristisch ist, fehlt hier; ihr Durchmesser beträgt ca. 4 μ. Die ausgebildeten Schwärmer die sich bereits im Innern der Wirtszelle schwärmend bewegen, haben eine eiförmig-längliche Gestalt, sie sind 6 μ lang und 4 μ breit (Taf. 3 Fig. 98 b). In der hinteren, verbreiterten Körperhälfte sind einige stark lichtbrechende Körnchen und an der Peripherie ebendaselbst einige (2—3) winzige, helle Räume, welche verschwinden und wieder auftreten, also wohl kontraktile Vakuolen sind, vorhanden. Das Plasma der vorderen Körperhälfte ist körnchenfrei, homogen, hyalin. Vom verbreiterten Hinterende geht scharf abgesetzt, die einzige ca. 10 μ lange Geißel ab. Nach einigem Schwärmen im Lumen der Wirtszelle hören die Schwärmer auf zu schwimmen und bewegen sich amöboid-gleitend, wobei das hyaline Vorderende, gleich einem Lobopodium (ähnlich wie bei einer *Amoeba limax*) vorwärts strömt und seine Gestalt verändert; der Körper des Schwärmers verlängert sich dabei um das Doppelte. In das stets am Vorderende hervortretende Lobopodium treten die Körnchen der hinteren Körperhälfte nie ein, es besteht stets aus homogenem Hyaloplasma (Taf. 3 Fig. 98 c). Die Geißel bleibt aber stets erhalten und wird bei der langsam vorwärts gleitenden Bewegung gerade ausgestreckt nachgezogen, was für ihre Beobachtung äußerst günstig ist. Nach einem solchen Herumkriechen kann der Schwärmer wieder die lebhaftere Schwimmbewegung aufnehmen und so fort; Kriech- und Schwimmbewegung wechseln also bei den noch im Lumen der Wirtszelle befindlichen Schwärmern ab. Vor

dem Heraustritt aus der Zelle des Wirtes kriechen stets die Schwärmer als begeißelte Amöben im Lumen der *Melosira*-Zelle umher und durchwandern die geschlossen bleibende *Melosira*-Wand an beliebigen Stellen und zwar auch an solchen, wo keine Naht vorhanden ist. Auch nach dem Durchtritt ist der Schwärmer stark amöboid. Nachdem mehrere ausgetretene Schwärmer lange an der Austrittsstelle liegen bleiben, bilden sie einen Haufen amöboider, auch dickere Pseudopodien (Taf. 3 Fig. 98d) entwickelnder Zellen an der Außenfläche der *Melosira*-Zelle. Beim Austritt scheint ein Schwärmer den anderen hervorzuziehen. Alsdann schwimmen sie weg, sie verhalten sich also nach dem Austritt so, wie die Schwärmer vieler Chytridiaceen. Die Schwimmbewegung ist eine ruhig-kreisende, die häufig von oft lange währenden Ruhepausen unterbrochen wird. Manchmal schwimmt der Schwärmer ruhig, langsam und geradlinig vorwärts, wobei die Geißel bewegungslos nachgeschleppt wird, ein Verhalten, welches wir bei den Schwärmern mancher eingeißeligen Chytridiaceen wiederfinden. Das hauptsächliche, bewegende Moment scheint in beiden Fällen im Körper des Schwärmers zu liegen und wir stehen hier vor einem, noch sehr der Lösung bedürftigen Problem, denn hier ist nicht die Geißel das Organ der Bewegung! Liegt der Schwärmer ruhig, so ist die Geißel ganz gerade nach hinten ausgestreckt und in solchen Fällen sieht man, daß sie bogenförmig sich krümmend, Bewegungen ausführen kann, daß sie also auch selbständige Beweglichkeit besitzt.

Aphelidium melosirae bildet auch Dauersporen. Wie bei der Schwärmerbildung werden die unverdauten Nahrungsreste samt der Nahrungsvakuole ausgestoßen und der sich kontrahierende, abrundende Plasmaleib umgibt sich mit einer doppelt-konturierten, starken, glatten, später sich bräunlich färbenden Membran. Die Dauersporen liegen ganz frei, in keine Cystenmembran eingeschlossen im Lumen der *Melosira*Zelle; sie sind nahezu kugelig, breit-oval 12—14 = 10 μ, und von größeren stark lichtbrechenden und fettglänzenden Fett(?)tropfen meist ganz erfüllt (Taf. 3 Fig. 101). Ihre Keimung ist unbekannt.

In den Zellen von *Melosira varians* Ag. bei Igló. Zum erstenmal beobachtete ich diesen interessanten Bacillariaceen-Parasiten im Jahre 1896, wo ich auch seine Dauersporen sah, die ich nachher nie wiederfand.

Aphelidium Melosirae ruft keinerlei Deformationen an der Nährzelle hervor. Im Verein mit dem gleich nachher zu schildernden *Aphelidium tribonemae* nov. spec. ist diese Form deshalb von Wichtig-

keit, weil hier der Schwärmer dieser echten, sich durchaus animalisch ernährenden Monadine nicht als Ganzes („in toto“ Petersen 1910, p. 497) in die Wirtszelle eindringt, sondern sich an der Außenfläche derselben mit einer Membran umgibt, welche, nach dem Eindringen des Plasmakörpers, als leeres Bläschen zurück- und lange erhalten bleibt. Es ist dies eine Erscheinung von hoher phylogenetischer Bedeutung, die wir bei vielen Chytridiaceen und Ancylistineen in der nämlichen Weise wiederfinden. Die Ansicht Petersen's (1910, p. 497), wonach in der Art und Weise des Eindringens des Schwärmers in die Wirtszelle, zwischen Monadinen und den Chytridiaceen ein wesentlicher Unterschied besteht, wird durch diese beiden Fälle schlagend widerlegt.

Aphelidium tribonemae nov. spec.

(Taf. 3 Fig. 102—112.)

Die zarte Membran des an der Wirtszellenoberfläche zur Ruhe gekommenen, abgekugelten und festgehefteten Schwärmers bleibt nach dem Übertritt des Plasmaleibes in das Innere der Wirtszelle als kugeliges Bläschen von 2 μ Durchmesser erhalten (Taf. 3 Fig. 102, 103, 108). Nach dem Eindringen des Parasiten wird der Inhalt der lebenden *Tribonema*-Zelle unter Auftreten eines sattbraun gefärbten Nahrungsrestkörpers, der oft das Aussehen eines tief gelbbraun gefärbten Öltropfens hat, fortschreitend verdaut und entfärbt (Taf. 3 Fig. 102, 103), so daß schließlich außer diesem braunen Nahrungsresiduum nur farbloses, feinkörniges Parasitenplasma das Lumen der *Tribonema*-Zelle erfüllt (Taf. 3 Fig. 104, 105). Vakuolen sind im Parasitenplasma nicht zu bemerken. Später wird der braune Körper in eine deutlich erkennbare Vakuole eingeschlossen (Taf. 3 Fig. 105) und unter deren Mitwirkung aus dem zur Fortpflanzung schreitenden Parasitenkörper ausgestoßen (Taf. 3 Fig. 106). Die hyaline, von glänzenden Körnchen durchsetzte, von jeglichen Nahrungsresten befreite nackte Plasmamasse zerfällt simultan in einen maulbeerartigen Haufen von Schwärmern (Taf. 3 Fig. 106), die alle einzelweise, nacheinander, durch ein einziges feines Loch in der dicken Membran der *Tribonema*-Aplanosporen austreten, wobei die Geißel zuletzt aus diesem hinausgezogen wird (Taf. 3 Fig. 106). Man kann hier wirklich mit noch mehr Recht als Stein (in bezug auf den Austritt der *Trachelomonas*-Teilsprößlinge aus dem Muttergehäuse) sagen, daß es den Eindruck mache, daß ein Kameel durch ein Nadelöhr gehe. Die ausgetretenen Schwärmer bleiben zunächst

in einem Haufen versammelt vor der Austrittsöffnung einige Zeit ruhig liegen (Taf. 3 Fig. 106) und ihr Körper zeigt jetzt rundliche Gestalt. Auch hier erinnert dieses Verhalten stark an viele Chytridiaceen. Alsbald nimmt der Körper eine eiförmige, gegen das Vorderende zugespitzte Gestalt an und zeigt eine Länge von 4 μ. Die stark lichtbrechenden, glänzenden Körnchen rücken in das Vorderende und treten dort derart dicht zusammen, daß in der Spitze des Vorderendes ein größerer, stark lichtbrechender Körper von unregelmäßiger Form zu liegen scheint (Taf. 3 Fig. 107). Die hintere verbreiterte Hälfte des Schwärmerkörpers hingegen ist frei von Körnchen, besteht aus hyalinem Plasma und scheint einige Vakuolen zu führen. Am Hinterende entspringt vom Körper scharf abgesetzt eine einzige Geißel von mäßiger Länge (Taf. 3 Fig. 106, 107). Die eiförmigen Schwärmer schwimmen nach und nach davon; ihre Bewegung ist lebhaft, jedoch ruhig, weder schießend noch hüpfend. Beim Schwimmen wird die Geißel nachgeschleppt, sie verhält sich allem Anscheine nach passiv. Macht der Schwärmer eine Pause, insbesondere wenn er auf ein Hindernis, auf eine Barrikade von Algen stößt, so zeigt der Körper amöboide Gestaltveränderungen, wobei die einzelnen Körnchen des stark lichtbrechenden Körpers in seinem Vorderende wieder auseinandertreten.

In den Aplanosporen von *Tribonema* befindet sich die Austrittsstelle der *Aphelidium*-Schwärmer sehr oft durch eine an der Innenfläche der Wirtszellmembran befindliche Ansammlung braungefärbter Krümel markiert, ja es ist hier häufig eine farblose oder braungefärbte, in das Innere der *Tribonema*-Aplanospore hügelförmig vorspringende Verdickung der Wirtsmembran vorhanden, die von einem feinen Bohrkanal durchsetzt wird (Taf. 3 Fig. 106). Allem Anschein nach ist diese Stelle diejenige, an der der Parasit in die Zelle eindrang, denn an kürzlich infizierten Aplanosporen kann man jene Ansammlung brauner Krümel, jenen braunen Hügel manchmal unmittelbar unter dem leeren extramatrikalen Bläschen sehen (Taf. 3 Fig. 103 bei i). Der Parasit benutzt also hier die bereits einmal geschaffene Pforte nachher zum Austritt seiner Schwärmer (Taf. 3 Fig. 106). Hat das *Aphelidium* seine Schwärmer aus der Wirtszelle entleert, so befindet sich in deren Lumen nichts anderes als der tiefbraune, öltropfenartige Nahrungsrestkörper, typischerweise in Ein-, selten in Mehrzahl (Taf. 3 Fig. 104, 108, 109). Solche Zellen sind daher sehr augenfällig und liefern ein für diesen Parasiten charakteristisches Bild. In solchen von *Aphelidium* befallenen und entleerten *Tribonema*-Aplanosporen läßt sich ferner

nicht selten, von dem leeren extramatrikalen Bläschen ausgehend, ein fadenförmiger, feiner Fortsatz beobachten, der den Eindruck eines unverästelten soliden Rhizoids macht (Taf. 3 Fig. 108). Bei Behandlung mit Chlorzinkjod färbt sich dieser intracelluläre Fortsatz zwar blaß, aber deutlich violett und ebenfalls die Cellulosereaktion zeigen die hügelförmigen, zentripetalen Wandverdickungen an den Austrittsstellen der *Aphelidium*-Schwärmer. Diese hügelförmigen Wandverdickungen sind nichts anderes als ein Bollwerk, das gegen den eindringenden Feind errichtet wurde, ein Schutzwall, durch welchen die angegriffene *Tribonema*-Zelle den Parasiten das Eindringen zu verwehren suchte. Ich bin der Ansicht, daß auch das fadenförmige „Rhizoid“ auf diese Weise zustande kam, daß das in Form eines Fadens in das Innere der *Tribonema*-Aplanospore vordringende Plasma des Parasiten von Seite des *Tribonema*-Plasmas mit einer Cellulosescheide umgeben wurde, um es so durch „Abkapselung“ unschädlich zu machen; in dem abgebildeten Fall jedoch ohne Erfolg (Taf. 3 Fig. 108.) Es ist nun natürlich, daß diese rhizoidförmigen, aus Cellulose bestehenden Bildungen nach der Entleerung des Parasiten in der Wirtszelle erhalten bleiben.[1]) Daß kein Lumen in dieser Bildung zu erkennen ist, erscheint bei der außerordentlichen Feinheit derselben nicht verwunderlich.

Aphelidium tribonemae bildet ferner Dauersporen, von denen je eine in einer *Tribonema*-Aplanospore entsteht. Das zur Dauersporenbildung schreitende Plasma des Parasiten ist dicht erfüllt von groben, gleichgroßen, mäßig-starklichtbrechenden, fettglänzenden Kügelchen, welche wahrscheinlich aus Fett bestehen. Die gesamte Plasmamasse des Parasiten kontrahiert sich zu einer kugeligen oder breit-ovalen Dauerspore von 6—7 μ Durchmesser, wobei der braune Nahrungsrestkörper ausgeschieden wird und nun seitlich in der

---

[1]) Es ist eine sehr bemerkenswerte Erscheinung, daß während die normale Membran von *Tribonema* mit Chlorzinkjod nie Cellulosereaktion gibt, völlig farblos bleibt, die pathologischen Wandbildungen, also jene Verdickungen und Membranscheiden, welche infolge eines durch einen Parasiten ausgeübten Reizes als Schutz gegen diesen von der *Tribonema*-Zelle gebildet werden, aus Cellulose bestehen. Am schönsten, geradezu in überraschender Weise und mit tadelloser Schärfe, läßt sich diese Erscheinung an solchen *Tribonema*-Fäden beobachten, die von einer Chytridiacee, von *Chytridium confervae* (Wille) mihi (= *Rhizidium? confervae* Wille) befallen sind, wo Chlorzinkjod ganz ausschließlich die pathologische Wandsubstanz d. h. jene Wandverdickungen und Membranscheiden an den Querwänden, welche die den *Tribonema*-Faden auf weite Strecken seiner Länge nach durchwuchernde Rhizoidhyphe dieses Pilzes durchbohrte, sofort intensiv, tief und rein violett färbt. Dasselbe findet man hier auch bei Infektion durch andere parasitische Chytridiaceen.

Wirtszelle liegen bleibt (Taf. 3 Fig. 110). In der soeben geformten Dauerspore sind die gleichgroßen Fettkügelchen noch unverändert erhalten, alsbald aber fließen sie zu größeren, fettglänzenden Massen zusammen, bis endlich auch diese zusammenfließen und der Inhalt der doppelt und scharf konturierten glattwandigen, ganz frei in der Wirtszelle liegenden Dauerspore aus einer dichten fettglänzenden Masse besteht, an welcher eine bläuliche, starklichtbrechende und glänzende parietale Schicht, eine hellere, körnchenfreie mittlere Zone und im Zentrum eine matte, das Licht stärker brechende Ansammlung resp. ein rundlicher Körper erkennbar ist (Taf. 3 Fig. 110), während in anderen Fällen in ihrem Innern ein einziger großer Fetttropfen liegt, wodurch sie einer Chytridiaceen-Dauerspore höchst ähnlich werden (Taf. 3 Fig. 111). Chlorzinkjod färbt die Membran der Dauersporen nicht; im ersteren Fall den Inhalt derselben gelbbraun, besonders den zentralen, diesen viel intensiver als den peripheren.

Aphelidium tribonemae befällt sowohl die dickwandigen Dauerzustände (Aplanosporen, Zygoten) als auch die vegetativen Zellen, selbst die einzelligen Keimlinge (Taf. 3 Fig. 112) von *Tribonema*. Bei Igló; entdeckt im Mai des Jahres 1909.

Im höheren Grade als bei *Aphelidium melosirae* weisen hier die Schwärmer in ihrem Verhalten beim Eindringen in die Wirtszelle, dann bei ihrem Austritt und auch sonst Züge auf, die wir bei den eingeißeligen Schwärmern der Chytridiaceen recht oft wiederfinden, und auch die Dauersporen zeigen schon eine ziemliche Übereinstimmung mit den Oosporen der Phycomyceten.

Aphelidium Chaetophorae nov. spec.

(Taf. 3 Fig. 113—122.)

Ein extramatrikales, zartwandiges Bläschen konnte ich an den von dem Parasiten befallenen Zellen nicht beobachten. Ob nun der Schwärmer hier als Ganzes in die Wirtszelle eindringt, ohne sich vorher mit einer Membran zu umgeben oder ob die doch gebildete Hülle rasch vergänglich ist, bleibt unentschieden, denn das Sichfestsetzen und Eindringen des Schwärmers habe ich nicht gesehen. Im Anfangsstadium erscheint der Parasit als ein heller, weißer, rundlicher Fleck (ohne scharfe Umgrenzung) in der sonst grünen *Chaetophora*-Zelle (Taf. 3 Fig. 113 bei a). Schon auf diesem Stadium scheint indessen der Chromatophor der Wirtszelle etwas gelitten zu haben, insbesondere die Pyrenoide scheinen zuerst affiziert zu werden,

sie erscheinen undeutlich, ja verschwunden (Taf. 3 Fig. 114, 115). In dem weißen Fleck sieht man einige wenige stärker lichtbrechende Körnchen, welche das Parasitenplasma andeuten und unter ihnen befindet sich ein etwas größeres, jedoch noch immer kleines, rundes, dunkelbraunes Körnchen, der erste sichtbare Ingestarest des Parasiten (Taf. 3 Fig. 113 u. 114 bei a). Oft läßt sich in diesem weißen Fleck, der jedenfalls den nackten Amöbenkörper des Parasiten darstellt, ganz deutlich eine scharf umgrenzte Vakuole erkennen, in welcher das braune Nahrungsrestkörnchen, sowie einige stärker lichtbrechende Körnchen liegen und welche wahrscheinlich als Verdauungsvakuole fungieren dürfte (Taf. 3 Fig. 115). Die Anwesenheit des kleinen braunen Körperchens ist ein sicheres Anzeichen dafür, daß die *Chaetophora*-Zelle infiziert ist, wenn sie auch sonst noch grün ist und eine Desorganisation des Inhaltes deutlich noch nicht zu erkennen ist (Taf. 3 Fig. 113—115). Im weiteren Verlauf der Entwicklung des Parasiten sieht man, daß der Chromatophor der Wirtszelle, welcher im gesunden Zustand ein breites, ringförmiges, parietales Band, eine einzige Platte darstellt, in mehrere Teile zerfallen ist, und daß diese Teile die Form kleiner, runder Scheiben besitzen, die gleich Chlorophyllkörnern in der Zelle herumliegen und außerdem ist farbloses, spärlich-körniges Plasma sichtbar (Taf. 3 Fig. 116, 117). Auch die dunkelbraunen Nahrungsrestkügelchen sind bereits größer geworden und gewöhnlich schon zu zweien oder dreien, als tiefbraune Kügelchen vom Aussehen derart gefärbter Öltropfen vorhanden. Die runden grünen Reste des Chromatophors zeigen hierauf alsbald deutliche Anzeichen von Verklumpung; man sieht, daß sie Desorganisationsprodukte sind. Auf diesem Stadium ist die Infektion schon augenfällig, die Anwesenheit des *Aphelidium* ohne weiteres klar erkennbar (Taf. 3 Fig. 116, 117). Mit dem Fortschreiten der Verdauung des Plasmaleibes der *Chaetophora*-Zelle verschwinden auch die letzten grünen Reste desselben und in der angegriffenen Zelle sieht man nun nichts weiter als farbloses, nicht sehr körnchenreiches Plasma und in demselben die dunkel kastanienbraunen Nahrungsreste in Form von 2 oder 3 Kügelchen verschiedener Größe (Taf. 3 Fig. 113 bei b u. c; 118). Das farblose Parasitenplasma ist nicht gleichmäßig körnig; die Körnchen lassen einzelne Partien in ganz unregelmäßiger Weise frei, es sind dies vakuolenartige Hohlräume, die schon in sehr frühen Stadien angetroffen werden. Später wird das Parasitenplasma gleichmäßiger und feinkörniger und man bemerkt, daß durch das Zusammenfließen mehrerer Vakuolen im Zentrum eine zunächst unregelmäßig und

wellig konturierte, langgestreckte Vakuole erscheint, in welcher nur die braunen Nahrungsrestkügelchen liegen (Taf. 3 Fig. 119a), deren wechselnder Umriß immer schärfer und glatter wird. Auf diese Weise ist ein zentraler Saftraum mit den unverdauten Ingestaresten und ein aus Parasitenplasma bestehender Wandbelag in der Wirtszelle gebildet worden (Taf. 3 Fig. 119b). Jetzt schreitet der Parasit zur Schwärmerbildung. Der zentrale Saftraum verschwindet unter gleichzeitiger Ausstoßung der braunen in demselben suspendierten Ingestareste, und das Plasma kontrahiert sich zu einem nackten, rundlichen Klumpen, der nun frei in der Wirtszelle neben den ausgestoßenen braunen Ingestarestkügelchen liegt. Er erscheint als eine homogene, matt- und weißlichglänzende, dichte, vakuolenfreie Masse, in der winzige, stark glänzende Körnchen gleicher Größe nicht sehr dicht, mehr zerstreut eingesprengt liegen. Der scharfe Umriß dieser Plasmamasse erscheint fein und etwas undeutlich gekerbt, welche Erscheinung darauf hinweist, daß ihr ein Zerfall in kleine Portionen bevorsteht (Taf. 3 Fig. 120). Noch während man auf eine weitere, deutlichere Sonderung in die zukünftigen Schwärmer wartet, erfolgt auch schon die Entleerung, der Austritt fertig gebildeter Schwärmer aus der Wirtszelle. Das Verlassen der Wirtszelle geht rasch vor sich, so daß die völlige Entleerung der Schwärmer nicht viel Zeit beansprucht. In der Wirtszelle sieht man die kugeligen Körper der noch nicht entleerten Schwärmer in eine fädige Masse, wie in einem Filz eingebettet liegen; es sind diese Fäden die Geißeln der Schwärmer. Die Schwärmer sind also schon innerhalb der Wirtszelle vollständig ausgebildet, aber sie „schwärmen“ in dieser nicht. Der Austritt der Schwärmer erfolgte an einer engbegrenzten Stelle, an welcher die Schwärmermasse gewissermaßen herausquoll und an der sie, einen maulbeerartigen Haufen bildend, neben der Wirtszelle liegen blieb. Trotz dem raschen Austreten, wie durch eine präformierte Öffnung, konnte ich eine solche in der Membran der *Chaetophora*-Zelle (mit den mir zu Gebote gestandenen, allerdings nicht den höchsten Anforderungen genügenden optischen Hilfsmitteln) nicht erkennen. Es ist dies eine Erscheinung, welche für die Monadinen charakteristisch ist, wo sich eine „sichtbare“ Austrittsöffnung zumeist nicht vorfindet, im Gegensatz zu den Chytridiaceen, wo eine solche stets vorhanden ist. Die ausgetretenen Schwärmer bleiben in einem Haufen zunächst vollkommen ruhig liegen und ihr genau kugeliger Körper von 2,7 μ Durchmesser zeigt keine amöboiden Gestaltveränderungen. Sie bestehen aus dichtem, weißlich glänzendem Plasma, in welchem einige stärker glänzende,

winzige Körnchen eingebettet liegen. Sie besitzen eine einzige vom Körper ganz scharf abgesetzte Geißel, die mit voller Deutlichkeit zu beobachten und nicht lang, ungefähr 3—4 mal so lang als der Körperdurchmesser, ca. 9 μ lang ist (Taf. 3 Fig. 121). Dieses Ruhestadium dauert ziemlich lange, dann nahm der bisher exakt kugelige Körper die Form eines Eies an und der Schwärmer schwamm, seine Geißel schnurgerade ausgestreckt und passiv nachschleppend, davon. Das Schwimmen ist ein rasches Vorwärtsgleiten, aber weder ein Schießen noch ein Hüpfen. Im breit-gerundeten Hinterende des schwimmenden Schwärmers, der Geißelinsertion genähert, etwas seitlich, sieht man deutlich eine Vakuole, die allem Anschein nach kontraktil ist, ja es scheinen ihrer mehrere (2—3) vorhanden zu sein. Im zugespitzten Vorderende sind einige stark glänzende Körnchen vorhanden. Beim Schwimmen geht stets das spitze Vorderende voran und der Körper hat in diesem Zustand eine Länge von ca. 3—4 μ. Das Zurruhekommen des Schwärmers sah ich nicht. Dauersporen fand ich ebenfalls nicht.

In den vegetativen Zellen von *Chaetophora elegans* (Roth) Ag. Ende März 1920 bei Igló.

Eine sehr charakteristische Eigentümlichkeit dieser *Aphelidium*-Art — denn um eine solche handelt es sich infolgedessen, daß die eingeißeligen Schwärmer nicht innerhalb einer Cyste gebildet werden, sondern eine nackt bleibende Plasmamasse in dieselben zerfällt — ist die hypertrophische Deformation, die sie an der befallenen Wirtszelle typischerweise hervorruft. In dieser Beziehung verhält sich dieser interessante Organismus wie die zuerst bekannt gewordene *Aphelidium*-Art, wie *Aphelidium deformans* Zopf. Der Parasit verursacht in den meisten Fällen eine mit Gestaltveränderung verbundene Größenzunahme der befallenen *Chaetophora*-Zelle. Die normalerweise vollkommen cylindrische Zelle wird — wenn es sich um eine längere Zelle handelt — breit-spindelförmig, wobei die größte Dicke oft in die obere Hälfte fällt, so daß die in ihrem Basalteil weniger angeschwollene Zelle, sozusagen das Bild eines *Oedogonium*-Oogoniums darbietet (Taf. 3 Fig. 116, 119b, 120). Ist die befallene Zelle des *Chaetophora*-Fadens kurz, so wird sie bauchig-rundlich, tonnenförmig, ebenfalls in der Form einem Oogonium von *Oedogonium* ähnelnd (Taf. 3 Fig. 114 bei b, 122d). Aber auch unregelmäßigere Gestaltungen kommen vor. Es ist dies dann der Fall, wenn eine in Astbildung begriffene Zelle eine Infektion erleidet, gleichgültig ob ein Zweig oder ein Rhizoid gebildet werden sollte

(Taf. 3 Fig. 122b, c bei x). Die Hypertrophie und Deformation erfolgt aber durchaus nicht immer, denn man findet nicht selten vom Parasiten heimgesuchte, ausgefressene Zellen, die ihre normale cylindrische Gestalt unverändert bewahrt haben und höchstens in der Mitte eine sanfte (andeutungsweise) Ausweitung zeigen (Taf. 3 Fig. 122a, die beiden unteren Zellen). Aber in allen diesen Fällen zeigen die im Lumen der vollkommen leeren Wirtszelle allein zurückgebliebenen, meist exakt kugeligen, öltropfenartigen, tiefkastanienbraunen Nahrungsrestkörperchen es unwiderleglich an, daß hier unser Parasit gehaust hat. Die derart geformten und gefärbten Nahrungsreste sind für dieses *Aphelidium* sehr charakteristisch.

Da die *Chaetophora*-Zelle in ihrem Chromatophor und um ihre Pyrenoide als Assimilationsprodukt Stärke bildet und von dem Zelleib der *Chaetophora*-Zelle nichts übrig bleibt als die wenigen, kleinen tiefbraunen Kügelchen, so besitzt das Parasitenplasma unbedingt die Fähigkeit Amylum zu lösen resp. zu verdauen. Die braune Färbung der Ingestareste rührt allem Anschein nach von einem Zersetzungsprodukt des Chlorophyllfarbstoffes her, wie solche braun gefärbte Produkte bei Einwirkung von Säure auf Chlorophyll auch sonst entstehen. Es dürfte auch hier beim Verdauungsprozeß Säure mitwirken, die möglicherweise vom Parasiten selbst gebildet wird.

Dann kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, daß hier in dem Zusammenfließen von Vakuolen und in der Bildung eines großen, zentralen, die Nahrungsresidua in sich einschließenden Saftraumes, in der Herausbildung eines nach innen, mit hügelig-welliger Oberfläche begrenzten Plasmaschlauches bei der Schwärmerbildung, dieselbe Sache vorliegt, wie bei den vor der Schwärmerbildung stehenden Sporangien von *Ectrogella* (Taf. 1 Fig. 4, 7, 11), *Olpidiopsis* (Taf. 4 Fig. 191), dickleibigen Ancylistineen (Taf. 1 Fig. 21a; Taf. 4 Fig. 201, 202; Taf. 5 Fig. 212) und echten Saprolegniaceen. Hier wie dort verschwindet nach vollzogener Schwärmerdifferenzierung diese zentrale Vakuole, indem ihr Inhalt ausgestoßen wird und das bereits zerklüftete Plasma kontrahiert sich hier bei *Aphelidium* zu einem nackten Plasmaklumpen von geringerer Größe; bei den mit eigener Membran versehenen Phycomyceten-Sporangien hingegen, findet mit dem Ausstoßen des Saftrauminhaltes eine Entspannung, ebenfalls eine Volumenabnahme — wenn auch des ganzen Sporangiums — statt. Mit dem nach außen entleerten flüssigen Inhalt dieses Saftraumes werden hier

zugleich die geformten, unverdauten Nahrungsreste ausgestoßen, aber auch bei den oben erwähnten Phycomyceten, wo naturgemäß solche, infolge der vegetabilischen Ernährungsweise nicht vorhanden sind, ist der austretende Inhalt dieses Raumes nicht reines Wasser, sondern eine Lösung der auszuscheidenden Endprodukte des Stoffwechsels, was ja ganz deutlich aus der anziehenden Wirkung hervorgeht, die ein *Saprolegnia*-Sporangium in diesem Stadium auf Bakterien, sowie auf die eigenen Schwärmer ausübt. In beiden Fällen handelt es sich bei diesem Vorgang um die Entfernung nicht weiter verwertbarer Stoffe; daß dies aber in beiden Fällen auf eine so überraschend gleichartige Weise und in demselben Stadium geschieht, scheint mir ein Moment von hoher phylogenetischer Bedeutung zu sein, was ich in bezug auf andere, gleiche Fälle schon oben (S. 35, 36) hervorhob.

Endlich tritt uns hier das passive Nachschleppen der Geißel während dem Vorwärtsschwimmen, das für eine Zeit ruhige Liegenbleiben nach dem Austritt und das plötzliche Eintreten der Schwimmbewegung, alles Eigentümlichkeiten der Schwärmer vieler Chytridiaceen, auffällig entgegen.

Amoeboaphelidium achnanthidis nov. gen. nov. spec.

Das Lumen der Diatomee erscheint gänzlich von weißlich glänzendem Plasma erfüllt, welches von mattglänzenden, gleichgroßen Körnchen durchsetzt erscheint und in welchem ein größerer und einige kleinere tiefbraun gefärbte Brocken, die unverdauten Nahrungsreste des Parasiten, liegen. Das weißlich glänzende Plasma zerfällt in einen Haufen gleichgroßer, rundlicher Portionen, in die „Schwärmer“, die einzelweise an der Gürtelbandseite der Diatomee austreten. Nach dem Austritt bleiben die ca. 2 μ großen Kügelchen eine Zeitlang ruhig liegen, und auch die noch im Lumen der Wirtszelle befindlichen „Schwärmer“ zeigen keine Bewegung. Die Schwärmer bestehen aus dichtem, homogenem Plasma, welches einige gleichgroße glänzende Körnchen (wohl Fett) einschließt. Ein einheitlicher, in die Augen fallender Fetttropfen, wie er für die Schwärmer der Chytridiaceen charakteristisch ist, ist also auch hier nicht vorhanden und die Schwärmer stimmen so mit den Schwärmern anderer Monadinen (mehrere gleichgroße Fettkörperchen) überein. Solange die ausgeschlüpften Schwärmer neben der Wirtszelle ruhig daliegen, zeigt ihr kugeliger Körper keine Gestaltveränderungen; auch eine Geißel läßt sich nicht erkennen. Nach einiger Zeit macht sich aber

an ihrem Körper Amöboidität bemerkbar und langsam gleitend (nicht kriechend), auf Art der Heliozoën, unter stetiger Umrißänderung entfernen sich die „Schwärmer“ nach und nach vom Orte ihrer Geburt. Pseudopodien werden nicht entwickelt, aber der Körper wird bald eiförmig, bald unregelmäßig viereckig, kurzum er ändert fortwährend seine Gestalt. Auch bei diesem gleitenden „Schwimmen“ ist eine Geißel (bei 620facher Vergrößerung mit einem REICHERT'schen Objektiv Nr. 9) nicht zu erkennen. Das Zurruhekommen und Eindringen in eine Wirtszelle konnte ich nicht beobachten. An den affizierten Exemplar war ein extramatrikales, restierendes Bläschen nicht zu konstatieren. In der entleerten Wirtszelle war eine Cystenhaut auch nicht zu sehen; der Plasmaleib des Parasiten ist also nackt; nur die tiefbraunen Nahrungsreste des Parasiten bleiben allein im Lumen der entleerten Wirtszelle zurück. Zwar unterscheiden sich diese wenig von dem zurückbleibenden Chromatophorenrest, wie er sich in abgestorbenen Diatomeen findet, die nicht unter der Einwirkung eines Parasiten zugrunde gingen, aber das Braun dieser Nahrungsrestkörper zeigt doch eine andere Nuance (wie sie für derartige Monadinen charakteristisch zu sein pflegt). Dauersporen habe ich nicht gesehen.

Ein einziges Mal in einigen Exemplaren von *Achnanthes lanceolata* BRÉB. Anfangs Februar 1920 bei Igló. Alle Bemühungen diesen Parasiten in weiteren Exemplaren zu Gesicht zu bekommen blieben leider ohne Erfolg.

Die oben geschilderte Schwärmerentleerung habe ich nur an einem einzigen Exemplar gesehen. Sollte es sich bei weiteren Untersuchungen herausstellen, daß die Schwärmer dieses Organismus der sonst in allen wesentlichen Punkten vollkommen mit den *Aphelidium*-Arten übereinstimmt, stets der Geißel entbehren, so haben wir es hier mit einer neuen Gattung, die ich *Amoeboaphelidium* nenne, zu tun, da ihre „Schwärmer“ „Amöben“ sind. Es wäre diese Monadinen-Gattung ein recht interessantes Seitenstück zu der ebenfalls geißellose Schwärmer entwickelnden Chytridiaceen-Gattung „*Amoebochytrium*“ ZOPF. Ein merkwürdiger Parallelismus in zwei einander nahe verwandten Organismengruppen! Auch ließe sich hier auf die so eigenartige und interessante, wohl zu den Monadinen zu stellende *Algophaga pyriformis* SOROKIN (1888) hinweisen, die nach seinen Angaben im Schwärmerstadium ebenfalls nur „Amöben“ (jedoch mit Filopodien) bildet.

Aphelidiopsis nov. gen.

Die Gattung *Aphelidium* wurde von Zopf (1885, p. 33) für eine parasitische Monadine kreiert, die sowohl die Schwärmer als auch die Dauersporen nicht innerhalb einer Cyste bildet, sondern bei der ein nackter Plasmaklumpen direkt in einen Haufen von Schwärmern zerfällt oder sich zu einer Dauerspore entwickelt, indem er sich nach Ausstoßung der Nahrungsreste mit einer Membran umgibt. Bei *Aphelidium deformans* Zopf, auf welches Zopf die Gattung gründete, besitzen die Schwärmer (nach seinen Angaben) eine Geißel. Ich möchte nun die Eingeißeligkeit der Schwärmer für einen weiteren Hauptcharakter der Gattung *Aphelidium* betrachten und für solche Formen, die betreffs der Schwärmer- und Dauersporenbildung mit *Aphelidium deformans* Zopf übereinstimmen, in der Begeißelung aber Abweichungen zeigen, diesen Abweichungen entsprechend neue Gattungen aufstellen. Auf diese Weise erhalten wir bisher folgende drei Gattungen:

1. *Amoeboaphelidium* nov. gen. Schwärmer ohne Geißel, amöboid, gleitend schwimmend. (Siehe die voranstehende Art *Amoeboaphelidium achnanthidis* nov. spec.).

2. *Aphelidium* Zopf. Schwärmer mit einer, nachschleppenden Geißel am Hinterende (*Aph. deformans* Zopf, *Aph. melosirae*, *Aph. tribonemae*, *Aph. chaetophorae* usw.).

3. *Aphelidiopsis* nov. gen. Schwärmer mit zwei, ungleich langen Geißeln am Vorderende. (Siehe die nachstehende Art: *Aphelidiopsis epithemiae* nov. spec.).

Aphelidiopsis epithemiae nov. gen. nov. spec.

(Taf. 3 Fig. 123—130.)

Als ein Rest des eingedrungenen Schwärmers findet sich an der Außenfläche der Wirtszelle, der Schalenseite der Diatomee aufsitzend, ein leeres, zartwandiges Bläschen, das 4 μ lang und 3 μ dick ist und dessen oberer kugeliger Teil basalwärts sich in einen kurzen dicken Stiel verschmälert, das also etwas keulenförmige Gestalt besitzt (Taf. 3 Fig. 123 bei K), demzufolge große Ähnlichkeit hat mit dem extramatrikalen Schwärmerrest meiner *Aphanomycopsis bacillariacearum*, nur daß dort der basale, stielartige Teil typischerweise von einer stark lichtbrechenden, dichten Substanz erfüllt ist, welche hier fehlt (vgl. Taf. 1 Fig. 32). Im Anfange seiner Entwicklung erscheint der Parasit als ein rundlicher, scharf umgrenzter, nackter

Protoplasmakörper, der aus grauen, etwas körnigen und einige größere farblose Körner einschließenden Plasma besteht, die ganze Breite der Wirtszelle einnimmt und zwischen den von der Gürtelbandfläche verdrängten Chromatophoren im Lumen der Wirtszelle liegt. Die in der unmittelbaren Nachbarschaft der farblosen Parasitenkugel liegenden Chromatophoren der Diatomee zeigen schon Anzeichen von Verklumpung, während die übrigen, entfernter liegenden noch durchaus intakt erscheinen. Die deletäre Wirkung, welche der Parasit auf den Zelleib seines Wirtes ausübt, erstreckt sich allem Anschein nach nicht auf eine bedeutendere Entfernung (Taf. 3 Fig. 123). Mit fortschreitendem Wachstum vergrößert sich sein Körper und nimmt eine durch die Gestalt des Lumens der Wirtszelle bedingte, längliche, gestreckte Form an, indem er dieses der Breite nach stets ausfüllt. Im Innern ist bereits in diesem Stadium eine große, scharf und glatt umgrenzte Vakuole vorhanden, in welcher verklumpte Chromatophoren in allen Stadien der Verdauung und einige farblose, größere, rundliche Körperchen, die Brown'sche Molekularbewegung zeigen, suspendiert sind, die also als Nahrungs(Verdauungs-)vakuole fungiert. Auch die äußere Kontur dieser parasitischen Plasmablase ist deutlich erkennbar. Bestimmt geformte Pseudopodien entwickelt dieser Organismus in diesem „Amöbenstadium" nicht (Taf. 3 Fig. 124). Die aufgenommene, geformte Nahrung wird behufs Verdauung in die Nahrungsvakuole befördert; das Plasma des Parasiten aber ist gänzlich frei von jeglichen geformten Nahrungskörpern. Zuletzt nimmt der Parasit das ganze Innere der Wirtszelle ein, als ein aus farblosem, gleichmäßig körnigem Plasma bestehender Schlauch, der eine zentrale, große Vakuole einschließt, in welcher sich sämtliche unverdaute Reste der Diatomeenzelle, intensiv dunkel rotbraune, unregelmäßig gestaltete Körner und krümelige Massen (als Reste der Chromatophoren), von Diatomin gelbgefärbte Öltropfen und andere kleinere Körperchen befinden. Der Umriß dieser Vakuole ist im optischen Längsschnitt auf diesem Stadium ein höchst unregelmäßiger. Die innere Oberfläche des parasitischen Plasmaschlauches zeigt in durchaus unregelmäßiger Weise verschieden große und gestaltete, hügelförmige Vorsprünge, während seine äußere Oberfläche der Innenseite des Diatomeenpanzers anliegt (Taf. 3 Fig. 125). Auf diesem Stadium wo der Inhalt der *Epithemia*-Zelle gänzlich aufgezehrt und verdaut erscheint, schreitet der Parasit zur Fortpflanzung und es erfolgt die Schwärmerbildung. Das körnige Plasma zeigt eine Konfiguration, als wenn es aus kleinen Portionen gleicher Größe (den Schwärmeranlagen) zusammengesetzt wäre (Taf. 3 Fig. 125 bei x).

Offenbar durch den Druck, den der so angeschwollene Parasitenkörper auf den Panzer der Wirtszelle ausübt, werden seine beiden Schalen an einem Ende klaffend auseinandergetrieben und hierdurch die verkieselte Hülle des Wirtes auf eine Weise geöffnet, wie dies die *Ectrogella*-Arten zu tun pflegen (Taf. 3 Fig. 126). Nun erfolgt die Entleerung des zentralen Saftraumes (der Nahrungsvakuole) und damit zugleich die Ausstoßung der unverdauten Ingestareste; in diesem Augenblick zerfällt die Plasmamasse in zwei bis mehrere größere Teile, die sich sofort zu gerundeten (kugeligen oder ovalen oder auch oblong-gestreckten) Körpern kontrahieren, d. h. zu den „zoosporogenen Körpern“ abkugeln, während die Ingestareste neben diese zu liegen kommen (Taf. 3 Fig. 126). Bisweilen kommt es vor, daß sich das Parasitenplasma bei der Ausstoßung der Nahrungsvakuole zu einem einzigen zoosporogenen Körper von ovaler Gestalt kontrahiert, der dann naturgemäß größere Dimensionen aufweist; so maß ein solcher in einem Fall $56 = 24\ \mu$. In den meisten Fällen zerfällt es aber in mehrere solcher zoosporogener Körper (bis zu 8), von verschiedener Größe und Form, die voneinander völlig getrennt, im Lumen der Wirtszelle in einer Reihe nebeneinander liegen. Ist ihre Zahl geringer, so haben sie natürlich größere Dimensionen, z. B. in einem Fall, wo zwei kugelige vorhanden waren, hatte der eine einen Durchmesser von 26 μ, der des anderen betrug 21 μ (Taf. 3 Fig. 126); in einem zweiten Fall war ein oblonger und ein kugeliger vorhanden, der erstere zeigte $36 = 15\ \mu$, der letztere 13 μ im Durchmesser (Taf. 3 Fig. 127). In jenem Fall, wo es in acht Kugeln zerfiel, hatten diese einen Durchmesser von 15 μ, 9 μ, 10 μ, 5 μ, 6 μ, 12 μ, 7 μ und 5 μ. Wiewohl der Umriß dieser zoosporogenen Körper ein vollkommen scharfer ist und sie ihre einmal angenommene Form nicht verändern, so haben sie doch k e i n e M e m b r a n und deshalb vermied ich zu ihrer Bezeichnung den Ausdruck „Zoosporangium“, da es doch nicht recht angeht, von „nackten“ Sporangien zu sprechen. Da der Plasmaleib des Parasiten in e i n e r Wirtszelle auf einmal in jene zoosporogenen Körper zerfällt, so haben sie ein gleiches Alter und machen alle gleichzeitig ihre weiteren Veränderungen durch, d. h. sie alle reifen gleichzeitig die aus ihnen hervorgehenden Schwärmer. Die Gruppierung der Körnchen zu Gruppen, wie sie der noch einheitlich erscheinende Plasmaleib vor der Ausstoßung der Nahrungsvakuole zeigte, ist in den zoosporogenen Körpern zunächst noch erkennbar, sie verliert sich aber später und das Plasma erscheint etwas gröber körnig, wolkig. Vor der Schwärmerausbildung sind helle, unregelmäßige

Flecken vorhanden und demzufolge erscheint das dunkler-körnige Plasma scheckig; dann wird es merklich heller und bekommt ein weißlich-glänzendes, glasiges Aussehen, die Körnchen erscheinen feiner und sind stärker glänzend; jegliche Gruppierung derselben ist verwischt und das Plasma erscheint gleichmäßig feinkörnig, homogen. Dieser Zustand ist dem sog. „homogenen Stadium“ der Saprolegniaceen-Zoosporangien vergleichbar und findet sich auch in den Zoosporangien der Chytridiaceen vor dem Zusammenfließen der feinen Körperchen zu den charakteristischen Fetttropfen ihrer Schwärmer. Hierauf erhält die Anordnung der Körnchen abermals ein netzartiges Aussehen und alsbald werden die Schwärmer manifest und das „Ausschwärmen“ erfolgt. Vakuolen treten bei der Ausbildung der Schwärmer in den zoosporogenen Körpern nicht auf. Wiewohl — wie bereits erwähnt wurde — eine distinkte Membran an den zoosporogenen Körpern fehlt, so muß doch eine festere Grenzschicht, eine Art Hülle vorhanden sein, welche zunächst die Schwärmermasse zusammenhält. Die kompakte Schwärmermasse eines zoosporogenen Körpers löst sich simultan, gleichsam aufquellend, in die einzelnen Schwärmer auf; von einem „Austreten“ an einzelnen Stellen ist nichts zu bemerken und es kommt keinerlei „Cystenmembran“ zum Vorschein. Die Zahl der aus einem größeren zoosporogenen Körper gebildeten Schwärmer ist eine ganz bedeutende, sie hängt natürlich ab von der Größe dieses Körpers; ganz kleine sporogene Kügelchen von ca. 5 μ zerfallen in nur 3—4 Schwärmer. Die Schwärmer wimmeln zunächst in dichten Massen innerhalb der Wirtszelle umher und finden nur einzeln den Weg aus den auseinanderklaffenden Schalen der Wirtszelle ins Freie. Zwischen den Schalen der entleerten Diatomee bleiben nur rotbraune Körner der unverdauten Ingesta und unverdaute gelbgefärbte Öltropfen zurück (Taf. 3 Fig. 128).

Der Körper der ca. 4 μ langen und 2 μ dicken Schwärmer ist länglich, gestreckt oder etwas rübenförmig; nach dem Hinterende zu allmählich zugespitzt, gegen das Vorderende mäßig verbreitert und an diesem schief abgestutzt. Das körnige Plasma enthält glänzende Körnchen, alle von gleicher Größe, die auf Zusatz von 1 Proz. Osmiumsäure sich ebenso bräunen wie die stark lichtbrechenden Körnchen des Parasitenplasmas, also wohl aus Fett bestehen dürften. Aus der Mitte des schief abgestutzten Vorderendes entspringen zwei ungleich lange Geißeln, von denen die längere etwa $1^1/_2$ mal so lang als der Körper, die kürzere nur ca. körperlang ist (Taf. 3 Fig. 129). Die Schwärmer schwimmen ruhig, nicht schießend.

Beim Schwimmen scheint die längere Geißel nachgezogen zu werden, die andere geht voran. Das Zurruhekommen an der Wirtszelle, sowie das Eindringen habe ich nicht beobachtet.

Es kommt auch mehrfache Infektion vor, denn bisweilen findet man *Epithemia*-Zellen, die zwei im Jugendstadium befindliche Parasiten beherbergen, die durch eine Zone intakten *Epithemia*-Zellinhaltes voneinander getrennt daliegen. Ob dieselben im Laufe der Entwicklung miteinander fusionieren oder ob sie getrennt ihren Lebenslauf vollenden, ist eine offene Frage.

Als zu diesem Organismus gehörige Dauersporen möchte ich (mit allem Vorbehalt) Zellen von eigenartigem, sehr charakteristischem Aussehen betrachten, die ich gleichzeitig in leeren Zellen der nämlichen Wirtspflanze fand. Es sind dies farblose, stark- und glattwandige, im optischen Längsschnitt ovale, ca. 25 μ lange und 16 μ breite, bisweilen etwas unregelmäßige Zellen, die an ihren beiden Polen eine kappenförmige Ansammlung von grobkörnigem Plasma zeigen und in ihrem mittleren Teile gürtelförmig von weiß- und fettglänzender, dichter, homogener und durchaus körnchenfreier Substanz erfüllt sind (Taf. 3 Fig. 130). Ihre Bildungsweise und ihr weiteres Schicksal ist unbekannt.

Hauptsächlich in *Epithemia turgida* (Ehrbg.) Kütz., aber auch in *Epithemia argus* Kütz., während die in zahlreichen Exemplaren gleichzeitig anwesende *Epithemia* (*Rhopalodia*) *gibba* Kütz. verschont erschien. Bei Igló, im Spätherbst des Jahres 1906. Seither sah ich diesen Parasiten nicht. Inzwischen wurde auch sein Standort, ein durch eine kleine Quelle gespeister Wiesensumpf, ein ehemaliges Bachbett, durch Anlage eines neuen Abzugsgrabens, in algologischer Hinsicht ungünstig verändert.

Aphelidiopsis epithemiae ist phylogenetisch in mehrfacher Beziehung eine wichtige Form. Das Eindringen des zur Ruhe gekommenen Schwärmers (auch hier unter Zurücklassung einer zarten Membran an der Außenfläche der Wirtszelle) vermehrt die Anzahl jener Fälle, wo dies bei typischen Monadinen auf eine Weise geschieht, wie bei vielen Phycomyceten, insbesondere Ancylistineen, *Olpidiopsis* und niederen parasitischen Saprolegniaceen (*Ectrogella*, *Aphanomycopsis*), aber auch bei manchen Chytridiaceen, worauf ich schon bei *Aphelidium melosirae* (S. 44) hinwies. Eine andere bemerkenswerte Erscheinung ist die Bildung eines zentralen Saftraumes vor der Schwärmerbildung und das einseitige, klaffende Auseinandertreiben der beiden Schalen der Wirtszelle, wodurch *Aphelidiopsis* eine große Ähnlichkeit, ja Übereinstimmung mit *Ectrogella*,

also mit einem richtigen Phycomyceten aufweist, nur daß hier der „Vegetationskörper" eine stets nackte Plasmamasse ist, während derjenige von *Ectrogella* von frühester Jugend an mit einer Membran umgeben ist, demzufolge er sich dort nicht animalisch, sondern bereits auf Pflanzenart ernährt. Hierzu kommt noch die große Ähnlichkeit der sichtbaren Veränderungen im Plasma während der Schwärmerreife, und endlich daß *Aphelidiopsis*, wie auch *Ectrogella*, zweigeißelige Schwärmer besitzt, deren Geißeln ungleich lang sind.

Aber auch noch in einer anderen Hinsicht ist *Aphelidiopsis* interessant. Indem der Plasmakörper in ähnlicher Weise wie bei einer anderen Monadine, bei *Gymnococcus cladophorae* DE BRUYNE (1890, p. 62), gelegentlich der Ausstoßung der unverdauten Nahrungsreste in der Regel in mehrere Teile zerfällt, so findet in beiden Fällen eigentlich die Bildung eines Zoosporangium-Sorus statt (nur werden bei *Gymnococcus cladophorae* die Zoocysten mit einer Membran umgeben, sie bleiben nicht nackt wie bei *Aphelidiopsis*). Es ist dies ein Zug, der deutlich auf die Formen der *Synchytrium*-Gruppe hinweist. Insbesondere auffällig erscheint die Ahnlichkeit von *Gymnococcus cladophorae* DE BRUYNE mit der in *Vaucheria* vegetierenden *Woronina glomerata* (CORNU) FISCHER, bei welcher (ich kann die Richtigkeit der Angabe ZOPF's 1894, p. 55 bestätigen) die Ernährung auf animalische Weise stattfindet. Die unverdauten Nahrungsreste in Form dunkelbrauner, oft zu einem maulbeerförmigen Klumpen geballter grober Körner, erscheinen dort in eine scharf umschriebene, kreisrunde Nahrungsvakuole eingeschlossen und werden samt dieser zur Zeit der Cysten- resp. Sporangienbildung aus den zu Cysten werdenden, träge beweglichen, buckelförmige Lobopodien entwickelnden, aus grauen, gleichmäßig körnigen, ingestafreien Plasma bestehenden Amöben (Taf. 5 Fig. 220) ausgestoßen. Daß die Zoocysten für den Austritt der Schwärmer — ganz wie bei den Phycomyceten — eine besondere Öffnung, ja einen Entleerungshals bilden, dies würde schon früher (S. 31, Anmerkung) erwähnt (Taf. 5 Fig. 221 bei a). So haben manche Glieder der *Synchytrium*-Gruppe sicherlich ihren Ursprung bei in die Familie der Gymnococcaceen gehörigen Monadinenformen.

Pseudospora leptoderma nov. spec.

(Taf. 3 Fig. 131—140.)

Das Eindringen des Schwärmers in das Nährsubstrat, in Desorganisation befindliche Zellen von *Zygnema* und *Vaucheria*, habe ich

nicht gesehen. In Übereinstimmung mit anderen analogen Fällen entsteht offenbar aus dem Schwärmer eine Amöbe, die sich von dem chlorophyllhaltigen Zellinhalt der Algenzelle auf animalische Weise ernährt. Die Bewegung der Amöbe inmitten des Nährsubstrates ist eine träge und auch ihre Amöboidität ist nicht sehr bedeutend. Ihr Umriß ist scharf und gerundet und an dem vorangehenden Rande ist ein breiter, hyaloplasmatischer Saum zu bemerken, an welchem von einigen kurzen Plasmastummeln einige wenige, spitze, kurze Pseudopodien abgehen; es findet also sozusagen nur am Vorderrande Pseudopodienbildung statt (Taf. 3 Fig. 131), doch kann die Entwicklung solcher Pseudopodien an jeder beliebigen Stelle des Amöbenkörpers erfolgen. An der Peripherie des Amöbenkörpers ist eine Schicht farbloses, körniges Plasma erkennbar; das Innere ist hingegen dicht erfüllt von der aufgenommenen Nahrung, den verklumpten und ins Grünlich-Gelbbräunliche verfärbten Algenchromatophoren (Taf. 3 Fig. 131). Es sind auch mehrere kontraktile Vakuolen vorhanden. Alsbald wird aus den anfangs distinkten, wenn auch affizierten und rundlich erscheinenden *Vaucheria*-Chromatophoren eine grünlich-bräunliche, formlose, homogene Masse. Die Chromatophoren gehen also mit fortschreitender Verdauung in Lösung. Hat die Amöbe genügend Nahrung aufgenommen, so wird sie zur Cyste. Die Amöboidität der zur Zoocyste sich abkugelnden Amöbe ist nicht unbeträchtlich, ebenso wie die Formänderung, doch die Ortsbewegung eine langsame. In jenem Stadium, in welchem die Amöbe bereits eine rundliche, nach außen scharf begrenzte Plasmablase darstellt, umschließt die periphere, aus völlig farblosem, dichtem, körnchenführendem Plasma bestehende Schicht einen schmutzig grünlich-gelbbraun gefärbten Saftraum, eine große, anscheinend von einer gallertigen Masse erfüllte Nahrungsvakuole, in der auch braun gefärbte Nahrungsresidua, große Öltropfen suspendiert sein können. In dem nach innen flach-buckelförmige Verdickungen zeigenden Plasmamantel sind mehr oder weniger zahlreiche Vakuolen (*cv*) erkennbar, die verschwinden und wieder auftreten, also träge kontraktil sind, den Anblick des Spiels der kontraktilen Vakuolen — wie in einem Phycomyceten-(*Plasmopara pusilla*)-Sporangium — gewähren. Die Membran der rundlichen Zoocyste ist sehr zart (Taf. 3 Fig. 132). Beim Eintritt der Schwärmerbildung ballt sich das Plasma stellenweise in nach innen hügelförmig vorspringende, in Umriß (von oben gesehen) kreisförmige, weit auseinanderliegende Portionen von 4 μ Durchmesser, zwischen denen der gefärbte Zellsaft der großen zentralen Nahrungsvakuole mit breiten, stumpfen

Fortsätzen (im optischen Querschnitt in Form eines Sternes) beinahe bis zur Cystenmembran, von dieser nur durch eine sehr dünne Plasmaschicht getrennt, vordringt (Taf. 3 Fig. 133). Aus jenen wandständigen, hügelförmigen Plasmaansammlungen werden die Schwärmer. Bei der Reife des Zoosporangiums treten die vorher zerstreuten Schwärmeranlagen dicht zusammen und bilden eine pflasterförmige Schicht, die Nahrungsresidua beiseite schiebend. Jetzt ist in jeder dieser Zellen eine ziemlich große, allem Anschein nach nicht kontraktile Vakuole zu bemerken (Taf. 3 Fig. 134). Später mit dem Beginn des Austretens der Schwärmer ist diese Vakuole nicht mehr zu sehen; sie verschwindet mithin wieder. Die Schwärmer entstehen in nicht großer Zahl, es werden oft nur 4, 6 bis 12, seltener mehr Schwärmer in einer Cyste gebildet, die der Innenfläche der Cystenwand anliegend, nicht deren ganze Fläche, sondern nur einen kleineren Teil derselben bedecken, während der übrige Teil der Wand den gefärbten Inhalt der früheren Nahrungsvakuole begrenzt (Taf. 3 Fig. 135). Noch innerhalb der Zoocyste geraten die Schwärmer in eine wackelnde, drehende Bewegung, deren Lebhaftigkeit sich jedoch — wider alles Erwarten — nicht steigert, sondern ganz im Gegenteil immer mehr und mehr abnimmt, bis endlich diese Bewegung ganz aufhört. Unmittelbar vor dem Austreten zeigt der Schwärmerkörper innerhalb der Cyste deutliche amöboide Gestaltveränderungen und einen Durchmesser von 6—8 μ. Liegt die Zoocyste so in der Wirtszelle, daß ihre Membran an einer Stelle diejenige der Wirtszelle berührt, so erfolgt der Austritt der Schwärmer an dieser Stelle gleich ins freie Wasser und es treten alle Schwärmer einzeln, nacheinander an der nämlichen (selten auch an einer anderen) Stelle aus. Der Austritt aller Schwärmer, d. h. die völlige Entleerung einer Zoocyste, nimmt dadurch geraume Zeit in Anspruch. Eine vorgebildete Austrittsöffnung ist nicht vorhanden. Beim Durchtritt durch die dickere Zellmembran des Wirtes tritt durch einen geschaffenen feinen Kanal vorerst hyalines Plasma hervor, welches an der Außenfläche der Wirtszelle als ein keulenförmiges, hyalines, körnchenfreies Gebilde erscheint (Taf. 3 Fig. 136 a); dann strömt in stetem Flusse das fetttröpfchenführende, körnige Plasma nach und es entsteht ein verkehrt-birnförmiger, grobkörniger Plasmakörper, der mit stielförmiger Basis außen der Wirtszellmembran aufsitzt (Taf. 3 Fig. 136 b). Das distale aus hyalinem, körnchenfreiem Plasma bestehende Ende, d. h. die Spitze desselben, zeigt eine auffallende Amöboidität; es erscheint als breiter, stumpf-kegelstutzförmiger Aufsatz, gewissermaßen als

ein apicales Lobopodium, das seinerseits an seinem vorderen Rande einige kurze, stumpf-zackige Pseudopodien entwickelt (Taf. 3 Fig. 136 c). Ist der ganze Körper des Schwärmers auf die Außenfläche der Wirtszelle übergetreten, so kugelt er sich ab und jetzt erst wird die ca. 42 μ lange Geißel nach- resp. herausgezogen und der von der Oberfläche der Wirtszelle sich langsam entfernende kugelige Schwärmerkörper erscheint durch sie wie mit einem langen feinen Stiel an der Wirtszelle angeheftet (Taf. 3 Fig. 136 d). Alsbald erfolgt das Wegschwimmen. Die Bewegung der Schwärmer ist jetzt ziemlich lebhaft, hüpfend, chytridiaceenartig. Der Körper des freischwimmenden Schwärmers ist kugelig und hat einen Durchmesser von 6 μ; er besteht aus hyalinem Plasma, in welches grobe, gleichgroße, stark lichtbrechende Körnchen eingebettet sind, die bei Behandlung mit Guignard'scher Alkannatinktur teilweise zusammenfließen und den Farbstoff speichern, demnach aus Fett bestehen. Peripher gelagert, besonders im körnchenfreien Hinterende und in der Nähe der Geißelbasis oder auch über seine Fläche unregelmäßig verteilt sind mehrere (5—8) kleine kontraktile Vakuolen zu beobachten und endlich tritt das von einem hyalinen Hofe umgebene Caryosom, des einzigen, auch im Leben deutlich erkennbaren Zellkerns, gut hervor. An der Oberfläche des runden Zellkernes, gewissermaßen seine Grenze markierend, befindet sich eine Zone dunkler, schärfer hervortretender Körnchen. Die einzige, ca. 7 mal körperlange Geißel, setzt sich ganz scharf vom exakt kugeligen Körper ab (Taf. 3 Fig. 137).

Außer den Zoocysten bildet der Organismus auch Sporocysten. Die Cysten, welche eine Dauerspore bilden, sind ebenfalls rundlich, besitzen aber eine viel stärkere und stärker lichtbrechende Membran als die Zoocysten. Das wandständige Plasma ist reich an gleichgroßen, runden, farblosen Fetttropfen und dieser Reichtum an gleichgroßen Fettkügelchen ist es, welche die dauersporenbildende Cyste als solche charakterisiert, während das Plasma der Zoocysten von den winzigen Fetttröpfchen nur etwas grobkörnig erscheint. Innerhalb der Cystenmembran kontrahiert sich das fettkügelchenführende Plasma unter Ausstoßung der unverdauten Nahrungsreste zu einer einzigen kugeligen Dauerspore von 10—16 μ Durchmesser (Taf. 3 Fig. 138). Die Membran der Dauerspore ist nicht besonders dick, doppeltkonturiert, meistens glatt oder bisweilen von kurzen, cylindrischen Stacheln dicht bedeckt (Taf. 3 Fig. 140), und ihrer Oberfläche haften braune Brocken von Nahrungsresten an; sonst führt der Raum zwischen der Cystenmembran und der Dauerspore zumeist

nur grünlich-braun gefärbte Flüssigkeit, ohne auffällig geformte Körper (Taf. 3 Fig. 138—140). Das Lumen der Dauerspore ist völlig und dicht erfüllt von Fettkügelchen, die bei jungen Dauersporen, solange deren Membran noch leicht permeabel ist, mit Alkannatinktur behandelt den Farbstoff speichern, also die Fettreaktion geben. Später erscheint auch ein großer, rundlicher, mattglänzender Fettkörper, wie ihn die Oosporen der Phycomyceten zu zeigen pflegen. Die Keimung der Dauersporen ist unbekannt.

Da dieser Organismus sich in absterbenden, in Desorganisation befindlichen, jedoch noch grünen Zellen von *Zygnema*, *Vaucheria* findet, so handelt es sich hier um einen Saprophyten und um keinen Parasiten. Bei Igló; entdeckt im Jahre 1906, nachher aber mehrmals wiedergefunden.

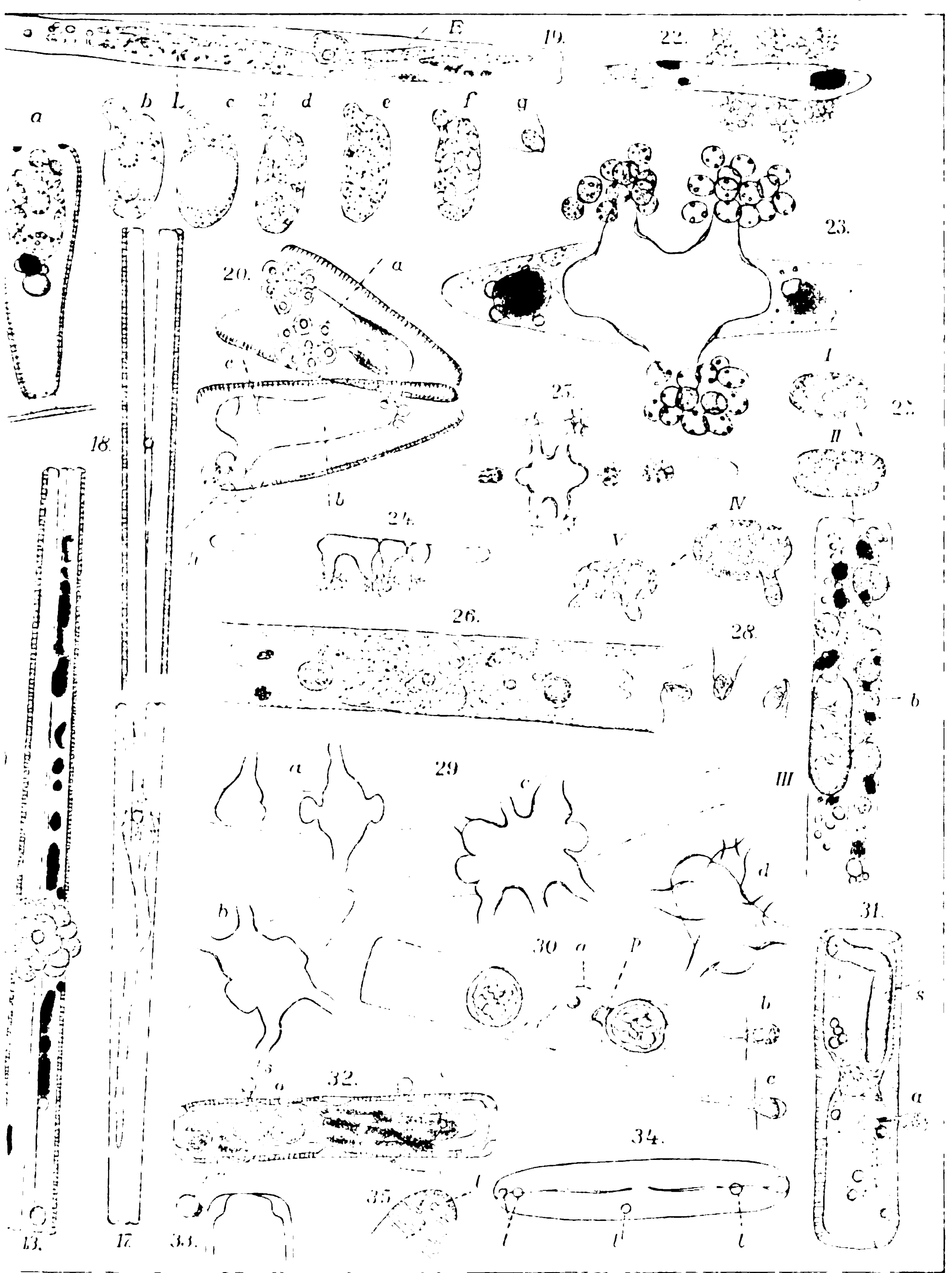
Sehr charakteristisch für diese *Pseudospora*-Art ist der gleichmäßig gelbbraun, oder schmutzig olivgrüne Inhalt des Saftraumes (der Verdauungsvakuole) der Zoocysten. Nach der Entleerung der Schwärmer wird die sehr zarte Membran der Zoocyste alsbald undeutlich und schwer wahrnehmbar, so daß eine solche Zoocyste dieses Organismus nur als ein gelbbrauner oder schmutzig gelblicholivengrün gefärbter, rundlicher Fleck, ohne eine bestimmte Kontur und allmählich abblassender Peripherie erscheint. Nehmen jedoch die Amöben unseres Organismus nur chlorophyllfreie Nahrungsbestandteile auf, was auch (wenn auch seltener) vorkommt, so erscheinen die aus ihnen hervorgehenden Zoocysten farblos, und auch der die Nahrungsreste enthaltende Saftraum zeigt dann keine oder nur eine äußerst blasse Färbung; es fehlt also in solchen Fällen die so charakteristische schmutzig olivgrüne Färbung der Amöben resp. der Zoocysten. Entsteht aus einer farblosen Cyste eine Dauerspore, so fehlen natürlich auch hier gefärbte Bestandteile und enthält zudem die Dauerspore außer den groben, runden, ihr ganzes Lumen erfüllenden Fettkügelchen noch einen oder zwei größere Fettkörper, so erhält sie eine auffallende Ähnlichkeit mit einer Saprolegniaceen-Oospore (Taf. 3 Fig. 139). Das Vorkommen von glatten und stacheligen Dauersporen ist ferner eine Erscheinung, die wir bei den Chytridiaceen wiederfinden (*Sphaerita*, *Polyphagus*) und in der man auch ein Moment von phylogenetischer Bedeutung erblicken kann.

Pseudospora leptoderma erscheint mir überhaupt als Stütze für die Hypothese der Abstammung der Phycomyceten von Monadinen von ganz besonderer, hoher Bedeutung. Im Stadium der „Ballung", wo in der Zoocyste die Schwärmeranlagen als scharf umschriebene,

kreisförmige, ungefähr um ihren eigenen Durchmesser auseinanderliegende, hügelförmig in den safterfüllten Raum der Nahrungsvakuole vorspringende Portionen im plasmatischen Wandbelag erscheinen (Taf. 3 Fig. 133), zeigt die Zoocyste eine geradezu verblüffende Übereinstimmung mit einem im Ballungsstadium befindlichen Zoosporangium von *Ectrogella* (Taf. 1 Fig. 4e; 21a, 27. IV), oder einem solchen von *Olpidiopsis* (Taf. 3 Fig. 191) oder mit einem die Oosphaeren entwickelnden Oogonium von *Saprolegnia* oder *Achlya* (Pringsheim 1857, Taf. XIX Fig. 7 oder 1895, Taf. VI Fig. 7 und Cornu 1872, Pl. 1 Fig. 7). Wenn dann die auseinanderliegenden Schwärmeranlagen, unter Ausstoßung des Nahrungsvakuoleninhaltes (des „zentralen Saftraumes") bis zur gegenseitigen Berührung zusammenrücken, so ist dieser Vorgang dem „Aufquellen der Schwärmeranlagen" im Zoosporangium der Phycomyceten, dem sog. „homogenen Stadium" gleichzusetzen. Die Grenzen der einzelnen Schwärmeranlagen werden zwar nicht, wie dort, undeutlich, sie bleiben vielmehr auch weiterhin scharf, aber ein „Aufschwellen" findet auch hier statt, indem der Durchmesser der Schwärmeranlagen, der im Stadium der „Ballung" 4 μ beträgt, den 6 μ betragenden der ausgebildeten Schwärmer erreicht. Im Zentrum einer jeden Schwärmeranlage erscheint nun eine größere Vakuole und dadurch bildet nun diese Zellgruppe ein Bild, wie wir es in den reifen Sporangien (Conidien) schwärmerbildender Peronosporeen, bei *Plasmopara*-Arten vor der Entleerung der Schwärmer antreffen (Taf. 3 Fig. 134). Nach meiner eigenen Beobachtung ist bei *Plasmopara pusilla* die neben den kleinen kontraktilen Vakuolen auftretende große, zentrale Vakuole auch kontraktil, sie verschwindet und bildet sich rhythmisch, was hier allerdings nicht der Fall zu sein scheint. Aber ebenso nämlich wie bei den *Plasmopara*-Schwärmern diese großen Vakuolen mit dem Beginn des Austretens verschwinden (betreffs *Plasmopara densa* und *Plasmopara pygmaea* (= *macrocarpa*) siehe de Bary 1863, p. 39, Pl. 7 Fig. 3a–e und Fig. 12; und auch Büsgen 1882, p. 278)), so erscheint auch hier diese Vakuole nicht mehr vorhanden, sobald die Schwärmer sich zu bewegen anfangen. Es ist mir nicht möglich in diesen übereinstimmenden Momenten nicht Tatsachen zu sehen, welche deutlich für eine genetische Verwandtschaft zwischen Monadinen und Phycomyceten sprechen. Vom phylogenetischen Standpunkt erscheint es mir ferner notwendig, auch auf das eigenartige Verhalten der Schwärmer nochmals zurückzukommen. Meiner Ansicht nach besitzen hier die Schwärmer zwei, gesonderte Schwärmperioden. Vor dem Austritt

der-
uole
nen
nde
Zoo-
oder
die
hlya
und
den
ltes
ung
der
sog.
nen
sie
en“
ner-
be-
ner
und
den
bei
ffen
bei
len
det
zu
ern
den
pa)
nd
ole
an-
len
ine
ten
ner
ch-
die
itt

Verlag von Gustav



aus der Cyste zeigen sie (wie ich dies bereits oben erwähnte) innerhalb derselben eine wackelnde, drehende Bewegung, welche Bewegung man als „Schwärmen“ betrachten muß, da eine solche nur bei begeißelten Zellen vorkommt. Dieses Schwärmen ist aber nur von kurzer Dauer und wie man sieht sehr wenig intensiv, es stellt die erste Schwärmperiode dar, die also noch innerhalb der Cyste durchgemacht wird. Nun tritt ein nicht lange andauerndes Ruhestadium ein, während welchem der Körper des Schwärmers amöboide Gestaltveränderungen zeigt und erst hierauf erfolgt der Austritt aus der Cyste und mit diesem beginnt die zweite Schwärmperiode, während welcher der Schwärmer sich lebhaft bewegt und welche — allem Anschein nach — von viel längerer Dauer ist. Wem sollte nicht die große Ähnlichkeit in diesem Verhalten mit den „diplanetischen“ Schwärmern von *Olpidiopsis*, *Pseudolpidium aphanomycis* und der Saprolegniaceen auffallen? Ist es nicht beinahe dasselbe, wenn bei *Olpidiopsis Schenkiana* und *Olpidiopsis oedogoniorum* der primäre Schwärmer nach einigen, nur wenige Augenblicke währenden, schwärmenden Bewegungen zur Ruhe kommt und bei *Olpidiopsis Schenkiana* nach nur kurzer Ruhepause, ohne irgendeine inzwischen erfolgte Häutung, die zweite Schwärmperiode antritt? Ist es nicht sozusagen dasselbe, wenn bei *Dictyuchus* die primären Schwärmer das Sporangium gar nicht verlassen und erst die sekundären Schwärmer, die Schwärmer der zweiten Schwärmperiode aus dem Sporangium austreten? Allerdings kommt allem Anschein nach bei *Pseudospora leptoderma* beim Übergang in die zweite Schwärmperiode keine augenfällige Änderung im Bau des Schwärmers zustande (welche Erscheinung sich übrigens auch bei *Pythium diacarpum* BUTLER 1907, p. 81, Pl. II Fig. 12—17, findet), aber trotzdem stehe ich meinerseits nicht an, in dem voranstehend geschilderten Verhalten der *Pseudospora leptoderma*-Schwärmer die Grundlage der für die Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe so typischen Diplanie der Schwärmer zu erblicken, und diese findet man hier, bei einer richtigen Monadine! Leider sind die Schwärmer von *Pseudospora leptoderma* nicht zwei-, sondern eingeißelig und so kann dieser Organismus, trotz aller vordem besprochenen Übereinstimmungen, nicht für eine Urform der Saprolegniineen-Peronosporineenreihe erklärt werden, immerhin gibt er aber einen deutlichen Fingerzeig, in welchen Formenkreisen die

[1]) Als eine hierher gehörige Form muß auch *Pseudospora* ? *Lindstedtii* HARTOG (1890, p. 337—345) in Betracht gezogen werden, welche bei der Schwärmerbildung ein ganz gleiches Stadium, jenes der „Ballung“ aufweist, wie unsere *Pseudospora*

Wurzeln dieser Reihe zu suchen sind.[1]) Beim Austreten, beim Durchdringen von Membranen zieht auch hier, wie bei *Pseudospora parasitica* (Taf. 3 Fig. 152) und — soweit meine eigenen Beobachtungen reichen — bei Monadinenschwärmern überhaupt, wie bei den Chytridiaceen, der Schwärmer seine Geißel nach sich und die Bewegung desselben ist hier und bei *Pseudospora parasitica* eine hüpfende, ganz chytridiaceenartige. Die Schwärmer von *Pseudospora leptoderma* und jene von *Pseudospora parasitica* (Taf. 3 Fig. 154) mit ihrer vom kugeligen Körper vollkommen scharf abgesetzten Geißel, zeigen auch in dieser Hinsicht die vollkommenste Übereinstimmung, insbesondere mit den kugeligen Chytridiaceenschwärmern. Ein einziger größerer Fetttropfen, wie er den meisten Chytridiaceenschwärmern zukommt, fehlt hier und auch bei *Pseudospora parasitica*, aber die kleinen Fetttröpfchen, durch deren Zusammenfließen der einzige Fetttropfen der Chytridiaceenschwärmer entsteht, sind nichtsdestoweniger in beiden Fällen vorhanden. Aber auch bei den Chytridiaceen gibt es Fälle, wo ein einziger, größerer Fetttropfen in den Schwärmern fehlt; ein schönes Verbindungsglied zwischen solchen und den typischen Fällen, stellen z. B. die Schwärmer einer Rotatorieneier befallenden, *Olpidium gregarium* Now. sehr nahestehenden, wenn nicht mit demselben identischen Chytridiacee dar, die (wenigstens in manchen Fällen) 2—3 gleichgroße, auffällige Fetttropfen in ihrem homogenen, weißglänzenden Plasma führen (Taf. 5 Fig. 222). Eine bedeutendere Differenz zwischen den Schwärmern von *Pseudospora leptoderma*, *Ps. parasitica*, *Aphelidium*-Schwärmern und denjenigen der Chytridiaceen ist das Vorhandensein mehrerer kontraktiler Vakuolen in der hinteren, der Geißelbasis zugekehrten Hälfte des Körpers, die den Chytridiaceenschwärmern fehlen oder bei diesen sehr selten sind.

---

leptoderma (vgl. die Abbildung Hartog's l. c. tab. XXII B fig. 11 u. 12 mit meiner Zeichnung von *Pseudospora leptoderma* Taf. 3 Fig. 133). Zudem besitzen die Schwärmer von *Pseudospora? Lindstedtii* nach Angabe Hartog's am Vorderende zwei Geißeln, die (nach dessen Abbildungen zu urteilen) von gleicher Länge sind. Leider kenne ich diese, phylogenetisch jedenfalls wichtige Form aus eigener Anschauung nicht und es wäre sehr zu wünschen, daß sie (von den hier dargelegten Gesichtspunkten aus) einer erneuten, eingehenden Untersuchung unterworfen werde. Wegen der zwei gleichlangen Geißeln kann ferner dieser Organismus nicht in der Gattung *Pseudospora* verbleiben, sondern es muß für solche Formen eine neue Gattung geschaffen werden. Siehe meine diesbezügliche Ausführung auf S. 71.

Pseudospora (?) *myzocytioides* nov. spec.
(Taf. 3 Fig. 141—143).

In sehr charakteristischer Weise erstrecken sich die Zoocysten dieses allem Anschein nach parasitischen Organismus, durch das Lumen mehrerer (2—4) nebeneinander liegender Zellen in den Fäden von *Zygogonium* (Taf. 3 Fig. 141—143). Seltener findet man je eine Cyste in einer Wirtszelle. Aus dem chlorophyllhaltigen Inhalt einer jeden verzehrten *Zygogonium*-Zelle resultiert ein gelbbrauner, einheitlicher, unregelmäßig gestalteter, nach der Entleerung der Zoocyste sich schwärzlich verfärbender Nahrungsrestklumpen, so daß die Zoocyste stets so viele Nahrungsrestballen enthält, wie viele Wirtszellen der Parasit okkupierte resp. auffraß (Taf. 3 Fig. 141 bis 143). — Sehr oft liegt so ein Nahrungsrestballen, wie ein Pfropf, im Loch der durchbohrten Querwand der *Zygogonium*-Zelle eingekeilt (Taf. 3 Fig. 141—143 bei x) und liefert hierdurch den deutlichen Beweis, daß der Parasit eine offene Kommunikation zwischen den affizierten Wirtszellen herbeigeführt hatte. — Die Durchbohrung der *Zygogonium*-Querwände dehnt sich nie auf deren ganze Fläche aus, sondern betrifft nur einen mittleren Teil derselben, so daß ein peripheres, ringförmiges Stück der Querwand erhalten bleibt, welches die mehr oder weniger schlauchförmig gestreckte Zoocyste des Parasiten an diesen Stellen deutlich einschnürt (Taf. 3 Fig. 141 a, b) und ihr so eine entfernte Ähnlichkeit mit dem regelmäßige Einschnürungen aufweisenden Vegetationskörper eines *Myzocytium* verleiht, weshalb ich diesen Organismus den Speziesnamen „*myzocytioides*“ beilege. Bei solchen Zoocysten, welche sich im Lumen nur zweier, benachbarter Wirtszellen ausdehnen, erhalten dieselben durch diese Einschnürung eine mehr oder minder ausgeprägte Semmelform (Taf. 3 Fig. 142). Der Inhalt ziemlich reifer, von der Schwärmerbildung nicht allzuweit entfernter Cysten, besteht aus farblosem, dichtem, etwas weißlich glänzendem Plasma, dem stark lichtbrechende und glänzende Körnchen, ein eigenartiges, gleichmäßig granuliertes Aussehen verleihen (Taf. 3 Fig. 141 a). Distinkte Vakuolen sind in diesem Plasma nicht zu sehen, bloß kleine vakuolenähnliche Flecke, von denen es aber zweifelhaft ist, ob diese Vakuolen sind. Auch die Nahrungsrestballen liegen nicht in Vakuolen, sondern erscheinen direkt im Plasma eingebettet. In einem Fall erschien das Plasma von sehr zahlreichen, kleinen, nicht kontraktilen Vakuolen schaumig (Taf. 3 Fig. 141 b). Ob dieser Zustand normal oder ein pathologischer war, mußte dahingestellt bleiben. Die Ausbildung der

Schwärmer, sowie diese selbst zu sehen, war mir nicht vergönnt, und deshalb läßt es sich auch nicht mit Sicherheit sagen, in welche Gattung eigentlich dieser Organismus gehört.

Als zu diesem Organismus gehörige Dauersporen möchte ich ovale, mit doppelt konturierter, glatter, farbloser Membran versehene, 16 μ lange und 12 μ breite Zellen betrachten, welche in Einzahl in ausgefressenen *Zygogonium*-Zellen, zusammen mit den charakteristischen schwärzlich verfärbten Nahrungsrestballen lagen. Diese Dauersporen waren von dichtem, weißglänzendem Plasma erfüllt, das von mattglänzenden Körnchen durchsetzt war und welche an der Innenfläche der Membran eine augenfällige Lage bildeten (Taf. 3 Fig. 143, sp.). Merkwürdigerweise war von einer Cystenmembran, die zugleich die Dauerspore und die ausgestoßenen Nahrungsrestballen eingeschlossen hätte, nichts zu sehen. Die beiden Nahrungsrestballen lagen frei im Lumen der *Zygogonium*-Zellen neben der Dauerspore, die ihrerseits von einer zarthäutigen, etwas zerknittert aussehenden Hülle (wie bei *Diplophysalis*) lag (Taf. 3 Fig. 143, h), welche Hülle in einem anderen Fall nicht zu beobachten war. Die Keimung der Dauerspore ist unbekannt.

In Moorlachen beim Hotel Móry, unweit des Csorbaër-Sees in der Hohen-Tátra. In den Zellen von *Zygogonium ericetorum*. Entdeckt im August 1910; seither nicht wiedergesehen. Inzwischen fiel der Standort der fortschreitenden „Kultur“ zum Opfer.

Die Dauersporen entstehen demnach nicht innerhalb einer Cyste, sondern frei; und falls diese Dauersporen tatsächlich zu diesem Organismus gehören (was mir zufolge der Umstände, unter denen sie zu beobachten waren, wahrscheinlich erscheint), so liegt hier keine *Pseudospora*-, sondern eine *Gymnococcus*-Art vor, da nur die Schwärmer innerhalb einer Cyste gebildet werden. Doch ist die Sache keineswegs so einfach; denn bei der Einreihung in die Gattung *Gymnococcus* ergibt sich eine nicht geringe Schwierigkeit. Neben dem Besitz von Zoocysten und dem Fehlen von Sporocysten, gilt es als ein weiterer Hauptcharakter der Gattung *Gymnococcus*, daß die unverdauten Nahrungsreste noch vor der Bildung der Zoocyste ausgestoßen werden, demzufolge die entleerte Zoocyste keine Nahrungsresidua enthält. Dies ist aber bei unserer Form nicht der Fall; hier erfolgt keinerlei Ausstoßung von Nahrungsresten vor der Bildung der Zoocyste, sondern die Verdauung der aufgenommenen Nahrung geht innerhalb einer Cyste vor sich, ganz so wie bei *Pseudospora*, und es bleibt nach dem Austritt der supponierten „Schwärmer“ der unverdaute Teil, als Nahrungsrestballen in der entleerten Zoocyste

zurück. Überhaupt stimmt das Aussehen der Zoocysten mit jenen der *Pseudospora*-Arten überein. Dieser interessante Organismus vereinigt also Charaktere der Gattung *Gymnococcus* mit solchen von *Pseudospora* und stellt gewissermaßen ein Bindeglied zwischen diesen beiden Gattungen dar. Bei Berücksichtigung seines Habitus möchte ich meinen, daß er zu *Pseudospora* näher steht, als zu *Gymnococcus*. Leider sind seine wahrscheinlich vorhandenen Schwärmer noch unbekannt.

Halten wir hier in phylogenetischer Hinsicht Umschau, so tritt uns hier eine ganz interessante Erscheinung entgegen. Als die niedrigsten Monadinen betrachte ich die Formen der *Aphelidium*-Gruppe (*Aphelidium*, *Amoeboaphelidium*, *Aphelidiopsis*), wo sowohl die Schwärmer als auch die Dauersporen frei, nicht innerhalb einer Cyste entstehen. Bei *Gymnococcus* werden die Schwärmer bereits innerhalb einer, mit Membran versehenen Cyste gebildet und die zur Schwärmerbildung schreitende Plasmamasse stößt die unverdauten Nahrungsreste (in Anlehnung an *Aphelidium*) noch vor der Cystenbildung aus; die Dauerspore hingegen wird — wie bei *Aphelidium* — noch frei gebildet. Bei *Pseudospora* findet Membranbildung um das zur Fortpflanzung schreitende Plasma, sowohl bei der Schwärmerbildung, als auch bei der Ausbildung der Dauerspore statt. Die Zelle mit einer persistierenden Membran zu umhüllen, ist aber zweifellos ein pflanzlicher Charakter. Es tritt uns also in diesen erwähnten Gattungen tierischer Organismen der Anfang einer ganz deutlich nach der pflanzlichen Richtung aufsteigenden Entwicklungsreihe entgegen, die endlich auch die animalische Ernährungsweise aufgibt und in den Phycomyceten resp. Chytridiaceen endigend, chlorophyllfreie, heterotrophe „Pflanzen“ hervorbrachte.

Noch einem Umstande muß ferner Wichtigkeit beigemessen werden. Bei den Monadinen, sowie bei den von ihnen herzuleitenden Chytridiaceen (hauptsächlich bei den ersteren) ist es Regel, daß der Organismus sich mit einer einzigen Zelle (selbst wenn es sich um einen vielzelligen Wirt handelt) als Nährsubstrat begnügt. Unser Organismus macht hiervon eine bemerkenswerte Ausnahme; denn es ist unwahrscheinlich — wenn auch nicht unmöglich —, daß hier zwei oder mehrere, in benachbarten Wirtszellen zur Entwicklung gelangte Individuen, die trennenden Querwände durchbohrend, im Amöbenzustand miteinander fusionieren, und so eine, auf mehrere Wirtszellen sich ausdehnende Zoocyste hervorbringen. Die Zoocyste nimmt hierdurch (ganz abweichend von den übrigen *Pseudospora*- und *Gymnococcus*-Arten) eine gestreckte, schlauchförmige Gestalt an,

und zeigt uns (meiner Ansicht nach) den Weg an, auf welchem die „Pilzhyphe“ phylogenetisch aus dem Monadinenkörper entstanden sein dürfte (siehe auch die Anmerkung auf S. 28).

Pseudosporopsis nov. gen.

Die Monadinengattung *Pseudospora* wurde von Cienkowski geschaffen, der in dieselbe drei Organismen stellte; nämlich: *Pseudospora* (*Monas*) *parasitica* Cienk.; *Ps. nitellarum* Cienk. und *Ps. volvocis* Cienk. (1865 p. 213). Diese Organismen zeigen jedoch derartige Unterschiede, daß sie in späterer Zeit in verschiedenen Gattungen untergebracht wurden. Kent (1880, Vol. I, p. 304), die Wichtigkeit des Amöbenstadiums nicht erkennend und das Hauptgewicht auf die Geißelanzahl legend, erklärte in ziemlich willkürlicher, historisch nicht zu rechtfertigender Weise, die zweigeißelige Schwärmer besitzende *Pseudospora volvocis* Cienk. für den Typus der Gattung *Pseudospora*, von welcher er nur die einzige Art: *Ps. volvocis* (1880, p. 304) anführt, während er die beiden anderen *Pseudospora*-Arten Cienkowski's, nämlich *Ps. parasitica* und *Ps. nitellarum* zufolge ihrer eingeißeligen Schwärmer, seiner — wie er selbst zugibt (1880, p. 233) — unsicher begründeten Gattung *Monas* (l. c. p. 236 u. 237) zuwies. Bütschli (1884) augenscheinlich durch Kent beeinflußt und ihm folgend stellt diese beiden letzteren — allerdings mit Fragezeichen — in das Genus *Oicomonas* (1884, Erklärung von Fig. 4, Taf. XL). Zopf (1885 a) stellte *Pseudospora nitellarum* und *Ps. volvocis* in seine neue Gattung *Diplophysalis* (l. c. p. 125, 126) und nur *Ps. parasitica* verbleibt bei ihm auch fernerhin in der Gattung *Pseudospora* (1885 a, p. 118). Dangeard wiederum (1886, p. 270) betrachtete *Pseudospora nitellarum* Cienk. als den Typus von *Pseudospora* und schuf daselbst für die zweigeißelige *Pseudospora volvocis* eine neue Gattung: „*Barbetia*“ (1886, p. 270), beläßt aber ebenfalls *Ps. parasitica* in der Gattung *Pseudospora*. In neuerer Zeit finden wir in Doflein's Lehrbuch (1916, p. 714) als *Pseudospora*-Arten, *Ps. volvocis* und *Ps. parasitica* erwähnt, trotzdem aber die Zweigeißeligkeit der Schwärmer als ein Hauptmerkmal der Gattung *Pseudospora* besonders hervorgehoben. Man sieht also hieraus, daß bezüglich dessen, was als Typus von *Pseudospora* zu gelten habe, keine einheitliche Auffassung besteht. Da aber *Pseudospora parasitica* die zuerst bekannt gewordene und in Wort und Bild gut dargestellte *Pseudospora* ist (Cienkowski 1859, p. 87—89, Taf. 1, Fig. 1—5, noch unter den Namen *Monas parasitica*), so muß dem

Prioritätsprinzip gemäß, unbedingt diese Form als der Typus der Gattung betrachtet werden.

Die Schwärmer von *Pseudospora parasitica* (eines häufigen Organismus) besitzen meiner Erfahrung nach stets nur eine einzige, lange, nachschleppende Geißel. Daß dies wirklich immer so ist, dafür spricht auch das soeben erwähnte Vorgehen KENT's (1880, p. 232 und 236). Ferner tut DANGEARD in seiner Gattungsdiagnose von *Pseudospora* nur von einer Geißel Erwähnung (1886, p. 269). Die hiervon abweichenden Angaben hingegen, wonach hier auch zweigeißelige Schwärmer vorkommen, ja ausschließlich vorkommen (DOFLEIN 1916, p. 714),[1]) sind augenscheinlich nicht zutreffend, es liegt ihnen sicherlich eine Täuschung zugrunde, vielleicht wurde diese herbeigeführt durch die Bildung eines akzessorischen Pseudopodiums am Schwärmer, wie man solches an Monadinenschwärmern gar nicht selten beobachten kann, indessen sah ich dies hier nicht. Betrachtet man also außer der Bildung von Dauersporen innerhalb einer einzigen Cystenhaut (Hülle) den Besitz einer einzigen Geißel an den Schwärmern als den Hauptcharakter von *Pseudospora*, so müssen für die ihrer Dauersporenbildung nach hierhergehörigen, aber anders begeißelte Schwärmer besitzenden Formen andere Gattungen geschaffen werden, und dann erhält man — in ähnlicher Weise wie in der *Aphelidium*-Gruppe — folgende drei Gattungen:

1. *Pseudospora* CIENK. Schwärmer mit einer einzigen (nachschleppenden) Geißel. In der Sporocyste eine einzige Dauerspore. Z. B. *Pseudospora parasitica* CIENK., *Ps. aculeata* ZOPF, *Ps. maligna* ZOPF, *Ps. Benedeni* DE BR., *Ps. edax* DE BR., *Ps. leptoderma* n. sp. (siehe S. 59) usw.

2. *Barbetia* DANG. Schwärmer mit zwei, nahezu gleichlangen Geißeln am Vorderende. Hierher gehört vielleicht *Pseudospora?*

[1]) Diese letztere Angabe DOFLEIN's ist entschieden falsch; sie wurde wahrscheinlich gemacht, um die Unrichtigkeit der dort gegebenen Gattungscharakteristik, die die Zweigeißeligkeit als einen Hauptcharakter der *Pseudospora*-Schwärmer hervorhebt, auch in diesem Punkte nicht allzusehr bloßzulegen. Betreffs dieser Gattungscharakteristik möchte ich noch bemerken, daß die *Pseudospora*-Arten (im weitesten Sinne) keineswegs alle Parasiten sind, da mehrere nur bereits abgestorbene Zellen angreifen oder bevorzugen und daß die Schwärmer in der Zoocyste nicht durch rasch aufeinanderfolgende Teilungen, sondern simultan (in manchen Fällen durch „Ballung") entstehen. Auch „platzt" die Zoocyste nicht, sondern die Schwärmer durchbohren die Cystenmembran und treten durch unsichtbar feine Bohrlöcher aus, so daß auch nach stattgehabter Entleerung die Cystenmembran unversehrt erscheint, wie er dies einige Zeilen weiter (auf p. 715) für die Schwärmer von *Pseudospora parasitica* in richtiger Weise selbst angibt.

Lindstedtii Hartog. *Barbetia* (*Pseudospora*) *volvocis* (Cienk.) Dang. hingegen ist eine *Diplophysalis*, welche Umstellung bereits Zopf vornahm (1885 a, p. 126).

3. *Pseudosporopsis* n. g. Schwärmer zweigeißelig, mit einer langen, vorangehenden, aktiven Haupt- und einer ganz kurzen, passiven, nachgezogenen Nebengeißel am Vorderende. Längendifferenz der beiden Geißeln sehr bedeutend. Schwärmer animalisch Nahrung aufnehmend! In der Sporocyste mehrere (2—4) Dauersporen. Hierher gehören *Pseudosporopsis bacillariacearum* (Zopf) mihi und *Ps. rotatoriorum* n. sp. (siehe S. 82).

Pseudosporopsis bacillariacearum (Zopf) mihi.
(Taf. 3 Fig. 144—151).

Dieser so benannte Organismus ist nichts anderes, als die von Zopf aufgefundene und beschriebene *Pseudospora bacillariacearum* Zopf (1885 a, p. 120).

Über das Eindringen des Schwärmers in das Nährsubstrat und seine Entwicklung zur Cyste vermag ich keine eigenen Angaben zu machen. Jedenfalls wird auch hier — wie es Zopf angibt — der eingedrungene Schwärmer zur Amöbe, welche, nachdem sie genügend Nahrung aufgenommen hat, zur Cyste wird.

Die zart- und glattwandigen Zoocysten sind zwar vorherrschend rundlich, kugelförmig (Taf. 3 Fig. 144), doch auch oval, selbst mehr oder weniger unregelmäßig (Taf. 3 Fig. 146, 147), in engeren, gestreckten Wirtszellen oblong, etwas schlauchförmig gestreckt (in einem Fall war eine solche Cyste 26 μ lang und 6 μ dick, Taf. 3 Fig. 145 b). Ihre Größe ist verschieden und hängt offenbar von den Ernährungsverhältnissen ab; ganz kleine, die an Größe etwa einem abgekugelten Schwärmer gleichkommen und nur einen ganz kleinen Nahrungsrestballen enthalten, messen 6 μ im Durchmesser. In kleineren Diatomeen findet man sie meist vereinzelt oder in geringer Zahl (1—3), doch kommen auch Fälle vor, wo die Wirtszelle von einer bedeutenden Zahl dicht aneinandergedrängter Cysten ganz erfüllt ist. Eine für diesen Organismus sehr charakteristische Erscheinung ist es, daß der plasmatische Inhalt ausgereifter, vor der Bildung der Schwärmer stehender Cysten (von seltenen Ausnahmsfällen abgesehen) eine blaß ziegelrote Färbung besitzt (Taf. 3 Fig. 144). Dieser ziegelrote Farbstoff, der offenbar von dem Farbstoff (Chlorophyll) der aufgenommenen Nahrung herrührt, ist im Plasma an kleine, rundliche, stark lichtbrechende Körper-

chen gebunden, während die Grundmasse vollkommen farblos ist und erinnert deshalb um so mehr an die *Vampyrella*-Arten, als er bei der Schwärmerbildung in die Schwärmer übergeht (Taf. 3 Fig. 148 b, c). In der ausgereiften Cyste ist stets ein einziger, einheitlicher, unregelmäßig gestalteter Nahrungsrestballen vorhanden, dessen Durchmesser etwa dem halben Cystendurchmesser gleichkommt. Dieser Nahrungsrestballen zeigt häufig in Zoocysten mittleren Alters eine schön gelbbraune Färbung und dann erscheint auch das Plasma noch nicht deutlich ziegelrot gefärbt (Taf. 3 Fig. 145). Später jedoch erhält der Nahrungsrestballen der Zoocysten, wenn diese in chlorophyllgrünen Algen liegen, eine dunkle, schwärzlich-braune (Taf. 3 Fig. 144, 149 a), bei in Diatomeenzellen befindlichen Cysten hingegen eine tief rotbraune Färbung (Taf. 3 Fig. 146, 147) und dann besitzt auch das Plasma schon die charakteristische rötliche Farbe. Bei Behandlung mit Chlorzinkjod gibt die Membran der Cyste keine Cellulosereaktion, sie bleibt farblos. In stärkeführenden Algenzellen nimmt der Organismus auch Stärke als Nahrung auf. Es wird jedoch nicht immer alle aufgenommene Stärke verdaut; indem die Cyste sozusagen auch vorzeitig zur Schwärmerbildung schreitet, so findet man öfters in entleerten Cysten neben dem braungefärbten Nahrungsrestballen auch noch verquollene, durch das Chlorzinkjod tief violettblau gefärbte Stärke, in größerer oder geringerer Menge. Das Plasma zerfällt simultan in eine geringe Zahl von ziemlich großen Schwärmern. In den Schwärmeranlagen sind einige kleine, pulsierende Vakuolen zu sehen, und das Spiel dieser kontraktilen Vakuolen ist lange zu beobachten (Taf. 3 Fig. 145 a, cv). Anfangs von geringer Größe nimmt mit fortschreitender Reife der Zoocyste die Größe der pulsierenden Vakuolen allmählich zu, um dann wieder abzunehmen. Die Schwärmer dürften normalerweise zwei kontraktile Vakuolen besitzen. Ein zentraler Saftraum (eine Nahrungsvakuole) tritt in der Cyste regelmäßig nicht auf und der Nahrungsrestballen liegt gewöhnlich mitten im Plasma eingebettet.[1]) Innerhalb der Zoocyste

[1]) Im Mai des Jahres 1911 beobachtete ich völlig farblose Zoocysten einer *Pseudosporopsis* in den leeren Schläuchen von *Vaucheria polysperma*. Bis auf die Farblosigkeit, namentlich in bezug auf die Schwärmer, stimmte dieser Organismus mit *Pseudosporopsis bacillariacearum* derart überein, daß ich geneigt bin, ihn trotzdem für diese Art anzusehen, um so mehr, da die Intensität der ziegelrötlichen Plasmafärbung jedenfalls abhängig ist von dem Chlorophyllgehalt der aufgenommenen und verdauten Nahrung. In diesen farblosen Cysten erschien der ebenfalls farblose, aus groben, stark lichtbrechenden Körnern zusammengesetzte, doch einheitlich er-

führen die Schwärmer keine lebhafteren Bewegungen aus. Nach dem Austritt aus der Cyste verbleibt der Schwärmer einige Zeit in Ruhe. Langsam schlängelt sich die Hauptgeißel, deren Bewegungen immer lebhafter werdend, endlich auch den Körper des Schwärmers in Bewegung versetzen und munter schwimmt der Schwärmer davon. Der Körper des Schwärmers ist in hohem Maße amöboider Gestaltsveränderung fähig (Taf. 3 Fig. 144, 148 b, c, d). Während des Schwimmens ist er cylindrisch-oval, mit breit zugespitztem Vorder- und Hinterende, manchmal indessen eiförmig, 9 μ lang und 4 μ dick (Taf. 3 Fig. 148 a). Der Körper besteht aus hyalinem, farblosem Plasma, dem größere, stärker lichtbrechende, und die pigmentierten Körnchen eingebettet sind, die auch dem Schwärmer ziegelrötliche Färbung verleihen. Am vorderen Ende, in der Nähe der Geißelbasis, ist eine kontraktile Vakuole deutlich erkennbar, es dürften aber — wie vordem erwähnt — zwei vorhanden sein. Am Vorderende entspringen zwei Geißeln; von denen die eine, ca. $2^1/_2$ mal so lang als der Körper und lebhaft beweglich ist, die Hauptgeißel, die bei der Bewegung nach vorn gerichtet erscheint; die andere, die Nebengeißel, hingegen ist kürzer als der Körper, beim Schwimmen ist sie nach hinten gerichtet und liegt dem Körper dicht an, sie ist wenig beweglich und wird augenscheinlich nachgeschleppt. Diese kurze Nebengeißel ist infolge dieses Umstandes während des Schwimmens nur in günstigen Augenblicken und auch dann (wegen ihrer Kleinheit) schwierig zu sehen; kein Wunder, daß Zopf sie übersah. Im freien Wasser ist die Bewegung des Schwärmers sehr lebhaft, schießend, von momentanen Ruhepausen unterbrochen,

---

scheinende Nahrungsrestballen in eine nur wenig größere Vakuole, in eine Nahrungsvakuole eingeschlossen, und außerdem waren im Plasma, in eine überhalbkreisförmige Reihe geordnet, größere, in ihrer Größe annähernd übereinstimmende Vakuolen vorhanden, die aber nicht kontraktil waren (Taf. 3 Fig. 150). Vor dem Eintritt der Zerklüftung des Plasmas in die Schwärmeranlagen verschwanden diese Vakuolen. Hier traten also neben der Nahrungsvakuole (n. v.) noch akzessorische Vakuolen im Plasma vor der Schwärmerbildung auf, welche ich den großen, zentralen Vakuolen in den Schwärmeranlagen von *Plasmopara*-Arten gleichsetzen möchte (siehe auch S. 64).

Eine dem soeben geschilderten Zustand vollkommen entsprechende Erscheinung fand ich einmal auch bei *Pseudospora parasitica* (Taf. 4 Fig. 155) und bei einer Pseudosporee (Taf. 4 Fig. 161), deren Schwärmer mit *Bodo globosus* vollkommen übereinstimmen (siehe die Anmerkung auf S. 78), wo sie bei beiden in der Regel nicht auftritt. Es scheint also dieser „schaumige Zustand“, die Bildung akzessorischer Vakuolen im Plasma vor der Schwärmerbildung, wenn auch vielleicht nicht regelmäßig eintretend, kein abnormer zu sein, und sein Auftreten spricht ebenfalls für die Zusammengehörigkeit dieser Formen.

demzufolge ganz eigentümlich. Die Bewegungsbahn ist zickzackförmig. Innerhalb der leeren Wirtszelle umherschwimmend ändert der Schwärmer fort und fort seine Gestalt; an vielen Stellen, ganz besonders am Hinterende, wird der Körper in ein oder auch mehrere, dickere, oder dünnere, einfache oder gegabelte Pseudopodien ausgezogen, so daß er hierdurch oft eigentlich zur Amöbe wird, wobei aber die beiden Geißeln stets erhalten bleiben (Taf. 3 Fig. 144, 148 b, c). Durch die Lageänderung des Schwärmers, dem Wirbel im Wasser, welcher durch die Geißelschwingungen entsteht, vielleicht auch durch eigene aktive Beweglichkeit verursacht, sieht man bisweilen diese Pseudopodien in schwingend-pendelnder Bewegung und es sieht manchmal so aus, als hätte der Schwärmer viele radiale, schwingende Geißeln. Verläßt der Schwärmer das Lumen seiner Wirtszelle, so durchbohrt er deren Membran (jedoch nicht bei Diatomeen beobachtet), wobei — wie sonst bei Monadineen — die beiden Geißeln als letztes nachgezogen werden (Taf. 3 Fig. 144 bei x). Schon während der Schwärmperiode vermag der Schwärmer Nahrung in seinem Körper aufzunehmen und solche, mit aufgenommener Nahrung vollgestopfte Schwärmer, bieten mit ihrem durch dieselbe entsprechend aufgetriebenen, vergrößerten Körper ein eigenes, fremdartiges Bild. Nahm ein solcher Schwärmer einen größeren, von Diatomin gelb gefärbten Öltropfen aus irgendeiner abgestorbenen Diatomeenzelle in sich auf, so besteht sein Körper sozusagen nur aus diesem Öltropfen, um welchen das rötliche Plasma nur einen ganz dünnen, kaum bemerkbaren Überzug bildet, welcher nur am Ursprungsorte der Geißeln, am Vorderende, wo dasselbe größere Dicke besitzt, deutlich sichtbar ist. (Taf. 3 Fig. 148 e). Es hat den Anschein, als würde ein gelbbrauner Öltropfen herumschwärmen. Ich zweifle nicht, daß manchem, mit dem Mikrokosmos des Süßwassers sich beschäftigenden Mikroskopiker diese rätselhafte Erscheinung bereits begegnet ist.[1])

In einigen Cysten (Taf. 3 Fig. 151), deren Membran nicht dicker als diejenige der Zoocysten war, lagen zwei oder vier breit ovale Zellen von 10—12 μ Länge und 8 μ Breite, deren glatte Membran dünn, einfach, jedoch dunkel konturiert erschien. Ihr Inhalt bestand aus gleichmäßig, ziemlich feinkörnigen und ganz blaß rötlichbraun gefärbtem Plasma, in dessen Mitte ein dem Körperumriß konformer, aus dichter, homogener, körnchenfreier Substanz

[1]) Ein Seitenstück zu dieser Erscheinung kommt bei *Protomonas amyli* vor, wenn dort der Schwärmer ein großes Stärkekorn inkorporiert hatte (siehe Cienkowski 1859, tab. 1 fig. 10 e, f).



bestehender Körper (Reservematerial?) lag. Außerhalb dieser Zellen, welche ich als die Dauersporen von *Pseudosporopsis bacillariacearum* (Zopf) betrachte, lag noch in der Cyste der für diesen Organismus charakteristische dunkle, schwärzlichbraun gefärbte, bei der Bildung der Dauersporen ausgestoßene, einheitliche Nahrungsrestballen (nr), der auch auf die Zugehörigkeit dieser Sporocysten zu dem in Rede stehenden Organismus hinweist. Die Bildung dieser Dauersporen, die wahrscheinlich durch sukzedane Zweiteilung des Plasmakörpers entstehen, sah ich nicht und auch die Keimung derselben ist unbekannt.

Pseudosporopsis bacillariacearum findet sich nicht nur in Diatomeen — wie es nach der Darstellung von Zopf den Anschein hat —, sondern auch in den Zellen chlorophyllgrüner Algen. Ich fand diesen Organismus auch in abgestorbenen Zellen von *Spirogyra*, dickerer und dünnfädiger *Mougeotia*-Arten, auch in jungen Zygoten dieser Algen, ferner in abgestorbenen *Vaucheria*-Schläuchen und Oogonien, endlich auch in *Oedogonium*-Keimlingen. Bei Diatomeen fand ich ihn in *Melosira varians*, *Cymbella gastroides*, *Epithemia turgida*, *Rhopalodia gibba*, *Synedra* (hier liegen die Cysten infolge des engen Lumens der Wirtszelle in einer Reihe), *Gomphonema* (entsprechend der geringen Körpergröße der Wirtszelle ist nur eine einzige Cyste vorhanden). Man findet auch Zoocysten, die frei, außerhalb der Diatomeenzellen, zwischen ihnen liegen. Insbesondere die Art des Vorkommens in den Zellen oben genannter Chlorophyceen macht auf mich den Eindruck, daß dieser Organismus hier vorzugsweise abgestorbene Zellen aufsucht; ja auch bei den Diatomeen ist sein Auftreten kein epidemisches, auch hier scheint er bereits affizierte Exemplare zu bevorzugen. *Pseudosporopsis bacillariacearum* ist demnach ein metatropher Organismus, wenn er sich auch bisweilen als Parasit erweisen mag, und ähnlich liegt die Sache bei *Pseudospora parasitica*, *Pseudospora leptoderma*, die ebenfalls keine richtigen d. h. obligate Parasiten sind.

In den Zellen chlorophyllgrüner Algen findet sich *Pseudosporopsis bacillariacearum* sehr häufig in Gesellschaft anderer Monadinen, insbesondere in derjenigen von *Pseudospora parasitica* Cienk. Die Zoocysten dieser beiden Organismen sehen einander sehr ähnlich, ja sie stimmen in einem gewissen Entwicklungsstadium derart überein, daß es absolut unmöglich ist, beide voneinander zu unterscheiden. Deshalb möchte ich nun die Differenzen dieser beiden Formen kurz hervorheben. Wiewohl *Pseudospora parasitica* ebenfalls chlorophyllhaltige Nahrung aufnimmt und verdaut, so erhält das

Plasma der Cyste dennoch keine ziegelrötliche Färbung, es ist und bleibt stets ungefärbt (Taf. 3 Fig. 149 bei b; Fig. 152 z, c), während bei *Pseudosporopsis bacillariacearum* das Plasma in vollständig ausgereiften Zoocysten nahezu stets die rötliche Färbung zeigt (Taf. 3 Fig. 144, 147). Demzufolge sind auch die Schwärmer von *Pseudospora parasitica* farblos, ihr Körper ist kugelig und es ist nur eine einzige lange, nachschleppende Geißel vorhanden (Taf. 3 Fig. 154); ihre Bewegung ist hüpfend, Chytridiaceen-artig, nicht schießend. Bei *Pseudosporopsis bacillariacearum* sind die Schwärmer rötlich gefärbt, am Vorderende sind zwei Geißeln, eine lange, nach vorn gerichtete Haupt- und eine kurze, nach rückwärts gehaltene Nebengeißel vorhanden (dies ist der Hauptunterschied!); die Bewegung ist schießend, äußerst rasch. In völlig ausgereiften, d. h. besser gesagt in entleerten Zoocysten, ist der in beiden Fällen einheitlich erscheinende Nahrungsrestballen meist von ziemlich bedeutender Größe, bei *Pseudospora parasitica* relativ größer und gelbbraun (dunkel ockergelb) (Taf. 3 Fig. 149 bei b), bei *Pseudosporopsis bacillariacearum* relativ kleiner und tief (schwärzlich- oder rot-)braun (Taf. 3 Fig. 149 bei a u. 146) gefärbt. Endlich enthält die Sporocyste von *Pseudospora parasitica* eine einzige, von zahlreichen größeren Fetttröpfchen dicht erfüllte Dauerspore (Taf. 4 Fig. 156), während die oben näher geschilderten Dauersporen von *Pseudosporopsis bacillariacearum* zu zwei oder vier in der Sporocyste liegen (Taf. 3 Fig. 151).

Pseudosporopsis bacillariacearum wurde sicherlich bereits vor Zopf beobachtet, aber für *Pseudospora parasitica* gehalten, mit der sie — wie man sieht — leicht verwechselt werden kann. Zopf (1885 a, p. 118) sagt bei der Behandlung von *Pseudospora parasitica*, daß Pringsheim (1852) diesen Organismus für integrierende Glieder der Spirogyren-Entwicklung hielt und ist der Ansicht, daß der von Pringsheim gesehene Organismus mit *Pseudospora parasitica* Cienk. identisch ist. Kann man aber der Naturwahrheit des Kolorits der von Pringsheim gegebenen diesbezüglichen Abbildung in dessen „Gesammelten Abhandlungen“ (1896, Bd. III, Taf. XII Fig. 8) vertrauen, dann zeigt die tiefe, schwärzlich-braune Färbung des Nahrungsrestballens in den Zoocysten dem Kundigen sofort, daß es sich hier keineswegs um *Pseudospora parasitica* handelt. Die von Pringsheim in seiner Figur 8 (links) dargestellte Pseudosporee (denn eine solche liegt hier tatsächlich vor), ist aber trotz der tiefbraunen Nahrungsrestballen in den Zoocysten nicht *Pseudosporopsis bacillariacearum*, denn die, ohne Geißeln abgebildeten, in

der *Spirogyra*-Zelle umherschwimmenden, farblosen Schwärmer, über deren Begeißelung Pringsheim zu meinem großen Bedauern nicht ins klare kommen konnte (l. c. p. 367 u. 368), sind viel zu groß (nach der Zeichnung berechnet ca. 14—18 μ lang und 5—8 μ dick) und auch abweichend gestaltet (oval); außerdem gibt Pringsheim ganz klar an (l. c. p. 367), daß diese Schwärmer sich langsam und wackelnd bewegen. Die Schwärmer von *Pseudosporopsis bacillariacearum* bewegen sich aber schießend, diejenigen von *Pseudospora parasitica* hüpfend. Ich glaube behaupten zu können, daß der in Fig. 8 von Pringsheim dargestellte Organismus (in der leeren Zelle einer *Spirogyra*) identisch ist mit einer auch von mir beobachteten, ebenfalls in Gesellschaft von *Pseudosporopsis bacillariacearum* vorkommenden, in betreff der Färbung der Nahrungsrestballen übereinstimmenden und demzufolge im Zustand entleerter Zoocysten von dieser absolut nicht zu unterscheidenden Pseudosporee, welche mit *Bodo globosus* Stein übereinstimmende Schwärmer entwickelt.[1]) Ferner ist es wahrscheinlich, daß b, c, d der an-

[1]) Der von Stein (1878) in einer sehr schönen und charakteristischen Abbildung (l. c. Taf. II Abt. IV Fig. 1) dargestellte *Bodo globosus* Stein ist ein nicht seltener und seit langem bekannter Organismus, dessen Entwicklungsgeschichte aber — soweit es mir bekannt ist — noch nicht klargelegt wurde. Mir begegneten öfters Schwärmer, die ich zufolge ihres Baues, ihrer Erscheinung und ihres Verhaltens für identisch mit *Bodo globosus* Stein ansehen möchte, manchmal unter Verhältnissen, die in mir den Verdacht erweckten, es sei dieser Flagellat nichts anderes als der Schwärmerzustand eines *Pseudosporopsis*-artigen Organismus (Taf. 4 Fig. 158—164). Die Schwärmer, welche ich in den Entwicklungskreis einer Pseudosporee ziehen möchte, haben im lebhaft beweglichen Zustand eine mehr oder weniger gestreckte, länglich-ovale, eiförmige, verkehrt eiförmige oder cylindrische Gestalt (Taf. 4 Fig. 158, $_{1, 2, 3}$). Am Vorderende ist eine kleine Ausrandung vorhanden, welcher die beiden Geißeln entspringen und die besonders an langgestreckten, cylindrischen Schwärmern ganz deutlich erkennbar ist (Taf. 4 Fig. 158, $_3$). Der Körper ist ausgesprochen metabolisch und wechselt oft in kurzer Zeit seine Gestalt, streckt sich bis ins Cylindrische und kontrahiert sich bis zur Kugel. Die weniger lebhaft beweglichen Schwärmer, die träge hin- und herwackeln oder nur an Ort und Stelle drehende Bewegungen ausführen, haben meist Kugelgestalt (Taf. 4 Fig. 158, $_{4, 7}$). Der Körper besitzt aber nicht nur Metabolie, sondern er ist auch amöboid; er zieht sich in dicke, spitze Pseudopodien aus und nimmt ganz unregelmäßige Gestalt an, er wird sozusagen zu einer Amöbe, die Geißeln aber bleiben dabei immer erhalten (Taf. 4 Fig. 158, $_{5, 6, 8}$). Auch aktiver Pseudopodienbildung ist der Schwärmer fähig; so entwickelte ein in lebhafter Bewegung befindlicher, oblonger Schwärmer an einer Längsseite ein kurzes, breites, kegelstutzförmiges Pseudopodium (Taf. 4 Fig. 158, $_2$), welches nachher wieder eingezogen wurde. Stets sind zwei Geißeln vorhanden, eine kurze, welche beim Schwimmen vorangeht, und eine bei weitem längere, wenigstens doppeltkörperlange Schleppgeißel. Der Schwärmer besteht aus farblosem Plasma und ist in seiner hinteren Hälfte mit groben, stark

geführten Fig. 8 — Cysten mit gefärbtem Plasmainhalt (der vielleicht nur infolge nicht vollkommener Achromasie des damaligen Mikroskops gelblich und nicht rötlich erschien) — nebst „m“ (eine

---

lichtbrechenden, farblosen Körnchen dicht angefüllt und außerdem sind in der Regel meist zahlreiche tiefbraune Körner (die unverdauten Nahrungsreste) vorhanden, was für diesen Organismus sehr charakteristisch ist. Die vordere Hälfte ist meist frei von groben, körnigen Inhaltskörpern und es läßt sich hier oft ein körnchenfreier Fleck erkennen (Taf. 4 Fig. 158, $_1$). Diese soeben angegebene Inhaltsverteilung zeigen jedoch nur die eine gestreckte Körperform besitzenden Schwärmer. Die kugeligen Schwärmer hingegen sind durchaus von groben, farblosen und braunen Körnern dicht erfüllt; ihr opakes Aussehen ist charakteristisch und an diesem, im Verein mit der langsamen, behäbigen, so außerordentlich charakteristischen wackelnden Schwimmbewegung ist dieser Organismus gut und leicht zu erkennen (Taf. 4 Fig. 158, $_4$). Findet man Schwärmer, die anscheinend noch keine Nahrung aufgenommen haben und deren feinkörniges, farbloses Plasma ziemlich durchsichtig ist, so läßt sich sehr oft schon im Leben der in Einzahl vorhandene Zellkern (n) deutlich erkennen. Er liegt, wie in den Schwärmern von *Diplophysalis* (= *Pseudospora*) *volvocis* Cienk. (Robertson 1905, Pl. 12 fig. 3) an der Insertionsstelle der Geißeln, derselben derart genähert, daß die Geißeln sozusagen dem Zellkern entspringen; seltener ist er etwas gegen die Körpermitte abgerückt. An durchsichtigen Schwärmern sieht man hinter dem Zellkern auch ein bis zwei Vakuolen (Taf. 4 Fig. 158, $_{7,8}$).

Die Schwärmer verlassen auch die Wirtszelle, indem sie deren Membran durchbohren. Der Bohrkanal ist nicht ganz enge. Der Schwärmer treibt an seinem Hinterende einen Fortsatz durch die Membran, an dessen Ende, an der Außenseite der Austrittsöffnung sich das nachströmende Plasma kugelig ansammelt, wodurch der Schwärmer alsbald eine sanduhrförmige Gestalt erhält (Taf. 4 Fig. 159, $_1$). Die am Vorderende befindlichen Geißeln werden nach- und erst dann völlig hinausgezogen, wenn der Schwärmerkörper bereits ganz hinausgetreten ist und als rundliche Plasmamasse der Außenfläche der Wirtszelle anliegt (Taf. 4 Fig. 159, $_2$). In dieser Beziehung verhalten sich also die Schwärmer genau so, wie die Schwärmer der Pseudosporeen und ähnlicher Monadinen.

Die Zoocysten, zu denen meiner Ansicht nach diese Schwärmer gehören, sind dünn- und glattwandig, rundlich oder auch etwas unregelmäßig eckig. Im reifen Zustand besteht ihr Inhalt aus gleichmäßig feinkörnigem, farblosem Plasma und der schwärzlich-braune, unregelmäßig geformte, einheitliche Nahrungsrestklumpen liegt zumeist in einer deutlichen Nahrungsvakuole (Taf. 4 Fig. 160, 162, zc1). Auch hier treten im Plasma außerdem einige größere, runde, akzessorische Vakuolen auf (Taf. 4 Fig. 161). Leider kam ich nicht dazu, die Bildung und den Austritt der Schwärmer zu beobachten.

Neben den Zoocysten fand ich auch Sporocysten. Diese sind rundlich und besitzen ebenso wie die Zoocysten, eine zarte, glatte, farblose Membran. Es entstehen zumeist zwei breit-ovale, 10 μ lange und 6—8 μ breite, farblose, glatte, mit deutlich doppelt konturierter Membran versehene Dauersporen (Taf. 4 Fig. 162—164), die an ihrer Berührungsfläche eine Abplattung zeigen und auch außerdem etwas unregelmäßig geformt sein können. Merkwürdigerweise war in einigen Fällen um solche Dauersporenpaare keine Cystenmembran zu beobachten (Taf. 4 Fig. 164 b, c). Sollten Dauersporen hier auch frei, ohne vorangegangene Cystenbildung, wie bei

entleerte Zoocyste mit tiefbraunem Nahrungsrestballen und unverdaut zurückgelassenen Stärkekörnchen) zu *Pseudosporopsis bacillariacearum* gehört. Kommen ja alle diese Organismen recht oft

Aphelidium und *Gymnococcus* entstehen können? Es wäre diese Eigentümlichkeit eine bemerkenswerte atavistische Erscheinung. Ferner kommen auch Cysten mit vier Dauersporen vor, in denen diese naturgemäß kleiner, mehr rund, kugelig sind ($8 = 7\ \mu$; $8\ \mu$, Taf. 4 Fig. 163). Seltener finden sich solche mit einer einzigen breit-ovalen Dauerspore, die dann natürlich etwas größere Dimensionen aufweist ($10 = 9\ \mu$, Taf. 4 Fig. 164 a). Die Mehrzahl der Dauersporen innerhalb einer Sporocyste scheint demnach das Typische zu sein. Der Inhalt der Dauerspore ist farbloses, granuliertes Plasma, in welchem ein oder zwei größere (seltener 3—4 kleinere), kugelige, farblose Fetttropfen eingebettet liegen, wodurch die Dauerspore oft das Aussehen einer Chytridiaceendauerspore erhält, besonders wenn nur ein Fetttropfen vorhanden ist (Taf. 4 Fig. 162 spc_1; 163). Außerhalb der Dauersporen liegt der ausgestoßene, tiefbraun gefärbte Nahrungsrestklumpen (Taf. 4 Fig. 162—164). Den Bildungsvorgang dieser Dauersporen, sowie deren Keimung habe ich nicht gesehen.

Als einen Fall besonderen Vorkommens möchte ich es hier erwähnen, daß ich einmal diese *Bodo*-Schwärmer in einer Zoocyste einer *Vampyrella* (wahrscheinlich von *Vampyrella spirogyrae* Cienk.) antraf. Die Farbe der im Innern der Schwärmer befindlichen unverdauten Nahrungsrestkörner war hier, nach Aufnahme des rotpigmentierten *Vampyrella*-Plasmas ein leuchtendes Rotbraun, und es zeigte sich deutlich, wie sehr dieselbe von der Natur der aufgenommenen Nahrung abhängig ist. Bei chlorophyllhaltiger Nahrung hingegen ist diese stets ein tiefes, schwärzliches Braun (Kastanienbraun). Gleichzeitig fanden sich in anderen Zoocysten dieser *Vampyrella* die Zoocysten einer Pseudosporee, mit ihren teils leuchtend rot-, teils gelbbraunen Nahrungsrestballen im farblosen Plasma, die ich aber nicht als die Zoocysten dieses Organismus betrachten möchte, sondern die eher zu *Pseudospora parasitica* eventuell zu *Pseudosporopsis bacillariacearum* gehört haben dürften, worüber aber eine sichere Entscheidung (ohne die aus ihnen hervorgehenden Schwärmer beobachtet zu haben) nicht möglich war. Außerhalb dieser Pseudosporeen-Zoocysten lagen dann die gelbbraunen Nahrungsrestbrocken der *Vampyrella* (V. nr), welche die Pseudosporee in ganz bemerkenswerter Weise als unbrauchbares, bereits verarbeitetes, ausgesogenes Nährmaterial unberührt liegen ließ (Taf. 4 Fig. 157). (Auf das Vorkommen von Pseudosporeen in *Vampyrella*-Cysten machte bereits Zopf 1888 p. 350—351 aufmerksam).

Aus der voranstehenden Schilderung der Schwärmer ersieht man, daß diese in ihrer Gestalt, in der Lage des Zellkerns unmittelbar an der Geißelbasis (vgl. Stein 1878 Taf II Abt. IV Fig. 1, der oberste und der unterste Schwärmer), in dem regelmäßigen Vorhandensein unverdauter Nahrungsrestkörner im Plasma, in der Begeißelung und in der so eigenartigen, charakteristischen, wackelnden Schwimmbewegung mit *Bodo globosus*, wie ihn Stein (1878) insbesondere in l. c. Fig. 1 darstellt, gut übereinstimmen, wenn auch die Längendifferenz der beiden Geißeln hier eine viel bedeutendere ist, als es die Figuren Stein's (l. c.) und von Klebs (1892, Taf. XIII Fig. 5a—d) zeigen. Mehr auffallend und wichtiger erscheint es mir ferner, daß sowohl bei Stein als auch bei Klebs, in ihren Darstellungen von *Bodo globosus* der ausdrückliche Hinweis auf eine Eigenschaft unserer *Bodo*-Schwärmer fehlt — ich meine — auf die Amöboidität derselben. Bei Stein (1878) zeigt nur eine einzige Figur, Taf. II Abt. IV Fig. 2, in der einen Ecke des Vorderendes einen kegel-

zusammen, vergesellschaftet vor. Mit dieser Ausführung wollte ich nur darauf hinweisen, daß man diese Abbildung Pringsheim's durchaus nicht als eine Darstellung von *Pseudospora parasitica* Cienk.

förmigen Fortsatz, der als eine pseudopodiale Bildung, auf Amöboidität hindeutet. Klebs (1892 p. 311) sagt: „Der Körper ist metabolisch"; was aber noch nicht auch Amöboidität bedeutet, deren er keine Erwähnung tut. Wohl aber findet sich am Schlusse seiner diesbezüglichen Mitteilung (l. c. p. 312) der Hinweis, daß diese *Bodo*-Art auffallend an seine *Dimorpha ovata* erinnert, also an eine Form, die entschieden amöboid ist. Diese Äußerung gestattet zwar der Vermutung Raum zu geben, daß auch *Bodo globosus* amöboid ist, aber deutlich ausgesprochen oder bildlich dargestellt findet sich dies nicht. Das Fehlen einer diesbezüglichen Angabe muß aber um so mehr Berücksichtigung finden, da es sich bei beiden Autoren um ausgezeichnete, genau arbeitende Flagellatenforscher handelt. Besitzt der richtige *Bodo globosus* Stein wirklich keine Amöboidität, dann wäre hierin eine solche Abweichung gegeben, welche geeignet ist, die Identifizierung meiner Schwärmer mit *Bodo globosus* Stein in Frage zu stellen, dann könnte es sich hier um zwei einander äußerst ähnliche, aber dennoch verschiedene Dinge handeln. Die Amöboidität meiner *Bodo*-Schwärmer ist aber eine sehr wichtige Eigenschaft, denn eben hierin offenbart sich mit den Schwärmern der „zweigeißeligen" Pseudosporeen eine bedeutsame Übereinstimmung. Namentlich ist das Hinterende des Schwärmers durch Amöboidität ausgezeichnet, welches sich nicht selten schwalbenschwanzartig in zwei spitze Pseudopodien auszieht. Man vergleiche Taf. 4 Fig. 158, $_8$, mit Taf. 3 Fig. 148c, welche einen Pseudopodien bildenden Schwärmer von *Pseudosporopsis bacillariacearum* darstellt, ferner die Abbildung Cienkowski's eines Schwärmers von *Diplophysalis* (*Pseudospora*) *volvocis* (Kopie derselben bei Bütschli 1884, Taf. XLII Fig. 7b) und die Gleichheit dieser Erscheinung springt sofort in die Augen. Aber auch anderorts können aktiv ziemlich schlanke Pseudopodien entwickelt werden, die auf eine gleiche Weise wie bei den Schwärmern von *Pseudosporopsis bacillariacearum* bisweilen schlenkernd-pendelnde Bewegungen ausführen. Wie bei *Pseudosporopsis bacillariacearum* und *Pseudosporopsis rotatoriorum* n. sp. besitzen die Schwärmer zwei, sehr ungleich lange Geißeln, nur daß diese sich hier gerade umgekehrt verhalten; hier ist die kurze die aktive, vorangehende, die lange die passive, welche als Schleppgeißel fungiert. Mit diesem entgegengesetzten Verhalten der Geißeln dürfte auch die — man könnte sagen — entgegengesetzte Bewegungsart der Schwärmer im ursächlichen Zusammenhange stehen, denn bei den erwähnten *Pseudosporopsis*-Arten ist die Schwimmbewegung der Schwärmer eine äußerst rasche, ein Schießen, hier ein gemächliches Vorwärtswackeln. Wie die Schwärmer von *Pseudosporopsis bacillariacearum*, *Diplophysalis* (*Pseudospora*) *volvocis*, so nehmen auch hier bereits die Schwärmer auf animalische Weise Nahrung zu sich (im Gegensatz zu den eingeißeligen *Pseudospora*-Arten, bei denen dies anscheinend nur die geißellosen Amöben tun) und auch hierin zeigen alle diese zweigeißeligen Pseudosporeenformen ein übereinstimmendes Verhalten. Endlich hätte unser Organismus die Mehrsporigkeit der Sporocysten mit Pseudosporopsis gemein.

Es wäre mir eigentlich nicht gestattet, ohne das Hervorgehen dieser *Bodo*-Schwärmer aus den beschriebenen Pseudosporeen-Zoocysten gesehen zu haben, jene mit diesen ontogenetisch zu verknüpfen. Jedoch die bereits oben erwähnte Beobachtung Pringsheim's ist es, der zufolge ich es wage, mit dieser Sache öffentlich hervorzutreten. Pringsheim (1852 resp. 1896, Taf. XII Fig. 8 links) sah nämlich im

zitieren darf. In Fig. 12 derselben Tafel werden von Pseudosporeen befallene *Oedogonium*-Keimlinge dargestellt. Fig. 12a zeigt zwei Cysten, von denen die obere entweder zu demselben Organismus gehört, der in Fig. 8 die Schwärmer entwickelte oder *Pseudosporopsis bacillariacearum* ist, während die untere, ockergelbe, sehr wahrscheinlich *Pseudospora parasitica* darstellt; es lag also ein ähnlicher Fall vor, wie ihn meine Fig. 149 auf Taf. 3 zeigt. Fig. 12b u. c sind Keimlinge, welche wieder von einer anderen ebenfalls *Bodo*-artige Schwärmer besitzenden Monadine, wahrscheinlich einer (bisher unbeschriebenen) *Gymnococcus*-Art befallen wurden und endlich stellt Fig. 13 ein *Achlya prolifera*-Oogonium (= *Saprolegnia Thureti* de Bary) dar, welches möglicherweise *Pseudospora? Lindstedtii* Hartog beherbergt.

Pseudosporopsis rotatoriorum nov. spec.

(Taf. 4 Fig. 165—168.)

Den 27. Oktober 1897 fand ich eine Leiche eines nicht näher bestimmten Rädertieres (wahrscheinlich einer *Diurella*-Art), deren Inneres von zahlreichen Zoocysten verschiedener Größe erfüllt war. Diese Zoocysten waren bis auf eine einzige entleert und so konnte über Schwärmerbildung und dergleichen mehr an diesem einen Exemplar nichts weiter ermittelt werden (Taf. 4 Fig. 165). Nachher kam mir dieser Organismus nicht unter die Augen, bis ich ihn endlich im Mai 1908 in zahlreicheren Exemplaren wiederfand.

Zumeist erfüllen zahlreiche Cysten das Innere des Wirtskörpers; oft erscheint das Tier mit ihnen vollgepfropft. Die Größe der Zoo-

---

Innern einer *Spirogyra*-Zelle die farblosen Schwärmer aus Zoocysten hervorgehen, die unzweifelhaft Pseudosporeen-Zoocysten sind. Diese Schwärmer hatten aber — wenn er auch über ihre Begeißelung leider nicht ins klare kommen konnte — entschieden den Charakter eines *Bodo*, denn er sagt l. c. p. 367: „Ihre Bewegung ist viel langsamer als die der übrigen Zoosporen und unterscheidet sich noch dadurch, daß sie bei ihrem Fortrücken nicht eine vollständige Drehung um ihre Längsachse, sondern nur kleine Schwenkungen nach rechts und links machen"; mithin war ihre Bewegung die charakteristisch „wackelnde". So hatte also bereits Pringsheim das Hervorgehen von *Bodo*-artigen Schwärmern aus Pseudosporeen-Zoocysten direkt beobachtet. Meine Vermutung, daß *Bodo*-artige Flagellaten resp. *Bodo*-Arten als Schwärmer in den Entwicklungskreis von Pseudosporeen gehören, ist also — wie man sieht — nicht unbegründet.

Sollte sich — wie ich es hoffe — meine Annahme bestätigen, dann fügt sich (wie es bereits die voranstehenden Ausführungen zeigen) unser Organismus als ein neues und interessantes Glied in die Gruppe der zweigeißeligen Pseudosporeen ganz harmonisch ein.



cysten ist sehr verschieden und hängt von den Ernährungsverhältnissen, von dem Quantum der ihnen zur Verfügung stehenden Nahrung ab. Sind zahlreiche Konkurrenten anwesend, so sind sie kleiner, bei geringerer Anzahl derselben größer. Ebenso wie die Größe, so variiert auch die Form beträchtlich; neben vollkommen kugeligen finden sich kurz und spitz eiförmige, breit-spindelförmige (an beiden Enden zugespitzte), ovale, birnförmige und auch unregelmäßig gestaltete (Taf. 4 Fig. 165). Die Cystenmembran ist farblos, glatt und zart. Der stets vorhandene, nicht große Nahrungsrestballen liegt in der Mitte des Plasmakörpers und zeigt in der Regel eine charakteristische blaß fleischfarbige Färbung. Seine Färbung hängt jedoch auch hier augenscheinlich von den Pigmenten der aufgenommenen Nahrung ab, denn es finden sich oft vollkommen farblose, in anderen Fällen, wo anscheinend die Verdauung noch nicht beendet ist, in jungen, vor kurzem gebildeten Zoocysten auch gelbbraune oder braune Nahrungsrestballen. Die typische ist jedoch die zuerst erwähnte (Taf. 4 Fig. 165). Das Cystenplasma ist gleichmäßig feinkörnig, farblos.

Ein besonders glücklicher Zufall wollte es, daß ich den 9. Juni 1908 in einem *Rotatorium*-Panzer nur e i n e e i n z i g e Zoocyste fand, welche von jeglicher Konkurrenz befreit, eine ganz abnorme Größe erreicht hatte; dieses Riesenexemplar, von etwa pflaumenförmiger Gestalt, war 36 μ lang und 20 μ breit (Taf. 4 Fig. 166). Es war mir vergönnt, die Schwärmerentwicklung an diesem Objekte in einem von der Natur selbst vergrößerten Maßstabe zu beobachten. In ausgereiften, vor der Schwärmerbildung stehenden Cysten zeigt das fein- und gleichmäßig körnige Plasma ein mattglänzendes, etwas glasiges Aussehen. In dem vorerwähnten außergewöhnlich großen Solitär lag der aus groben Körnern von starker Lichtbrechung zusammengesetzte, doch e i n e n Klumpen bildende, sehr blaß fleischfarbige, nahezu farblose Nahrungsrestballen in der Mitte der Cyste, in einer etwas weniger größeren Vakuole von b r e i t - o v a l e m Umriß eingeschlossen (Taf. 4 Fig. 166_1). Später verschwand diese Vakuole und der Nahrungsrestballen lag unmittelbar im Plasma eingebettet. Nachher bildete sich um den Nahrungsrestballen abermals eine Vakuole aus, die jedoch eine völlig k r e i s f ö r m i g e Gestalt annahm und eine sehr scharfe Begrenzung zeigte (Taf. 4 Fig. 166_2). Auf diesem Stadium verharrte die Zoocyste ziemlich lange. Währenddessen nahm der Nahrungsrestballen an Größe merklich ab, auch verringerte sich seine Dichte, die groben Körner schwanden augenscheinlich, es fand offenbar ein fortgesetzter Entzug

nutzbaren Materials statt, der Verdauungsprozeß nahm noch weiter seinen Fortgang. Das Plasma der Zoocyste erschien völlig unverändert und enthielt *keine Vakuolen*. Endlich schwand auch diese Nahrungsvakuole und der Nahrungsrestkörper (von unregelmäßiger Gestalt) lag nun wieder direkt im Plasma. Das bisher von feinen Körnchen gleichmäßig durchsetzte Plasma nahm nun ein schwach ausgeprägtes scheckiges Aussehen an; sehr undeutlich waren hellere Flecke in der körnigen Masse zu bemerken. Auf einmal erschienen überall, sowohl an der Oberfläche als auch im Innern des Plasmakörpers, *zahlreiche kleine Vakuolen* von ca. 2 μ Durchmesser, welche verschwinden und wieder auftauchen, also *kontraktil* sind. Hierbei war keinerlei Sonderung in Portionen zu bemerken, der Plasmakörper erschien als eine einheitliche, von kontraktilen Vakuolen reichlich durchsetzte Masse (Taf. 4 Fig. 166_3). Während dem Spiel der kontraktilen Vakuolen erschienen hier und da, zunächst undeutlich und nur andeutungsweise, helle Linien, bis endlich — immer deutlicher werdend — der Inhalt der Zoocyste durch scharf hervortretende Linien in Portionen, in die Schwärmer zerfällt erscheint (Taf. 4 Fig. 166_4). In jeder Schwärmeranlage spielen mehrere (2) der kleinen kontraktilen Vakuolen fort. Ist die Zerklüftung sehr scharf ausgeprägt (Taf. 4 Fig. 166_4), so beginnt auch schon der Austritt der Schwärmer, der an verschiedenen Punkten vor sich geht. Eine bestimmte, präformierte Austrittsstelle ist nicht vorhanden. Nach dem Austritt macht der Schwärmer am Platze noch energische amöboide Bewegungen, nimmt aber leider nur allzubald die Schwärmbewegung auf und eilt davon. In diesem amöboiden Stadium kann man noch am besten seine Geißeln beobachten, die damals schon entwickelt sind und lebhaft schwingen. Die Bewegung des Schwärmers ist eine sehr lebhafte, *etappenweise schießende*; ein rasches Schwimmen und nicht hüpfend, wenn auch die Bewegungsbahn vielfach aus Zickzacklinien besteht und in dieser Beziehung Chytridiaceen-artig ist. Die Größe des Schwärmers ist ziemlich ansehnlich, konnte aber wegen der lebhaften Beweglichkeit nicht genauer festgestellt werden. Der Körper ist länglich-eiförmig bis länglich-cylindrisch oder etwas spindelförmig; amöboider Gestaltveränderung ist er stets fähig und zieht sich dann (hauptsächlich gegen das Hinterende) an beliebiger Stelle in ein oder einige Pseudopodien aus. Er besteht gänzlich aus weißlich- und mattglänzendem, *dichtem* und *sehr gleichmäßig feinkörnigem* Plasma; einige (2) anscheinend an verschiedenen Stellen gelegene kleine, wahrscheinlich kontraktile Vakuolen konnte

ich auch bemerken. Am vorderen Ende, nicht an einem Punkte, sondern voneinander durch einen kleinen Zwischenraum getrennt, entspringen zwei Geißeln, von denen die eine, am vordersten Ende des Körpers entspringend, wenigstens zweimal so lang als der Körper, lebhaft beweglich ist und beim Schwimmen vorangeht; die andere etwas mehr nach rückwärts, beinahe schon an der Seite entspringend, kürzer als der Körper (vielleicht $^2/_3$ körperlang) ist und beim Schwimmen passiv, dem Körper anliegend, nachgeschleppt wird und nur bei jähen Wendungen — sich vom Schwärmerkörper abhebend — sichtbar wird (Taf. 4 Fig. 167). Das weitere Schicksal der Schwärmer ist unbekannt.

Ferner fand ich außer den Zoocysten Cysten (Taf. 4 Fig. 168), in denen der Inhalt in mehrere (2, 4, 8, 16) gleichgroße, abgerundete Portionen zerfallen war. Diese Portionen, die nicht kugelig, sondern infolge des gegenseitigen Druckes innerhalb der rundlichen, zart- und glattwandigen Cysten im optischen Längsschnitt etwas keilförmig erscheinen, betrachte ich als die Dauersporen dieses Organismus. Diese Dauersporen besitzen eine farblose, glatte, nicht dicke (nur einfach konturierte) Membran und bestehen aus gleichmäßig körnigem, farblosem Plasma (Taf. 4 Fig. 168 a); sie lassen bisweilen in ihrer Mitte eine rundliche, hellere Stelle erkennen (Taf. 4 Fig. 168 b). In dem polygonalen Raum, welchen die Dauersporen im Zentrum der Cyste zwischen sich frei lassen, liegen die ausgestoßenen Nahrungsreste in Form eines kleinen, braunen Ballens. Die Zahl der in einer Sporocyste gebildeten Dauersporen, ein Vielfaches von 2, ist offenbar abhängig von der Größe der sie bildenden Cyste und es dürften demnach in kleineren Cysten eine kleinere, in größeren eine größere Anzahl von Dauersporen gebildet werden. Am häufigsten scheinen Sporocysten mit 4 oder 8 Dauersporen vorzukommen. Die Sporocysten besitzen gewöhnlich einen Durchmesser von 20 μ; die Dauersporen sind meist $10 = 8\ \mu$ groß, also breitoval. Ihre Bildung und ihre Keimung habe ich nicht beobachtet.

Pseudosporopsis rotatoriorum findet sich in verschiedenen Rädertieren und ist keineswegs auf eine bestimmte Art derselben beschränkt. Ob wir es hier mit einem Parasiten oder bloß metatrophen Organismus zu tun haben, bleibt eine offene Frage. Bemerkenswert ist es, daß diese Pseudosporee metazoonbewohnend ist, ein Fall, der — meines Wissens — bisher nicht bekannt war und an welchem sich jener oben erwähnte anreiht, wo sich Pseudosporeen-Zoocysten ebenfalls in einem tierischen Substrat in den Zoocysten von *Vam-*

pyrella fanden (siehe S. 80 Anm.). Seit dem Jahre 1908 fand ich diesen Organismus nicht wieder. Nur bei Igló, selten.

Die Begeißelung, das Verhalten der beiden sehr ungleich langen Geißeln, die schießende Bewegung der Schwärmer, sowie die pleosporen Sporocysten zeigen es deutlich, daß dieser Organismus mit *Pseudosporopsis bacillariacearum* in ein und dieselbe Gattung gehört, von welch letzterer Art er jedoch spezifisch verschieden ist und demzufolge er *Pseudosporopsis rotatoriorum* heißen mag.

Aber auch vom phylogenetischem Gesichtspunkt aus besitzt diese *Pseudosporopsis*-Art Bedeutung. Das Homologon des „zentralen Saftraumes“ in den Zoosporangien der Saprolegniaceen und deren niedrigeren Verwandten, die „Nahrungsvakuole“ ist auch hier vorhanden. Sehr wichtig und bedeutsam ist ferner die Übereinstimmung, daß auch hier, und zwar in demselben Zeitpunkt, mit dem Verschwinden der Nahrungsvakuole, mit dem Eintreten des sog. „homogenen Stadiums“, zahlreiche kleine kontraktile Vakuolen auftreten und im Zusammenhange damit, infolge der vor sich gehenden Flüssigkeitsausstoßung, auch hier eine augenfällige Volumenverminderung der Cyste (des Zoosporangiums) stattfindet (man vergleiche Taf. 4 Fig. 166_1 u. $_2$ mit $_3$ u. $_4$). Das Bild, welches unsere riesige Zoocyste mit dem Spiel ihrer kontraktilen Vakuolen bot (Taf. 4 Fig. 166_3), zeigte eine verblüffende Ähnlichkeit mit einem in diesem Stadium befindlichen Zoosporangium („Conidie“) einer Peronosporee, derjenigen von *Plasmopara pusilla.* Als dann die Trennungslinien der Schwärmer deutlich hervortraten (Taf. 4 Fig. 166_4), da vermeinte man ein kurz vor der Entleerung stehendes *Saprolegnia*-Zoosporangium vor sich zu haben. Meiner Ansicht nach handelt es sich hier nicht um eine bloß äußerliche Ähnlichkeit, sondern um eine wesentliche Übereinstimmung, welcher phylogenetische Verwandtschaft zugrunde liegt. Beide *Pseudosporopsis*-Arten besitzen, wie die Schwärmer der Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe, zweigeißelige Schwärmer und die beiden Geißeln sind zudem von ungleicher Länge. Bemerkenswert ist es auch, daß bei *Pseudosporopsis rotatoriorum* die beiden Geißeln etwas entfernt voneinander entspringen, eine Erscheinung, die an den Schwärmern der oben erwähnten Phycomyceten-Reihe recht oft und noch deutlicher ausgeprägt wiederkehrt und daß die kürzere Geißel nahezu laterale Insertion aufweist. Aber ein bedeutender Unterschied soll nicht mit Schweigen übergangen werden, nämlich, daß es bei den Phycomyceten-Schwärmern die kürzere Geißel ist, welche vorangeht, hier bei beiden *Pseudosporopsis*-Arten die längere, während die

kürzere nachgeschleppt wird, die Geißeln sich hier gerade umgekehrt verhalten. Aber die *Bodo*-Schwärmer der vorher behandelten Pseudosporee stimmen auch im Verhalten ihrer ungleichlangen Geißeln mit den zweigeißeligen Phycomyceten-Schwärmern überein.

Amylophagus nov. gen.

Der Gattung *Pseudosporopsis* nahestehend; Saftraum (Nahrungsvakuole) jedoch nicht einheitlich. Mehrere Nahrungsvakuolen; durch Spaltung der sie trennenden Plasmalamellen gehen so viele Schwärmer hervor, als Nahrungsvakuolen vorhanden sind. Schwärmer zweigeißelig, mit einer langen, aktiven Haupt- und einer kurzen, passiven Neben(Schlepp-)geißel. Bewegung schießend. Die Sporocyste bildet nach einmaliger Kontraktion ihres Inhaltes e i n e Dauerspore.

Derzeit nur eine einzige Art bekannt: *Amylophagus algarum* nov. spec.

Amylophagus algarum nov. gen. nov. spec.

(Taf. 4 Fig. 169—187.)

Der unter diesem Namen zu schildernde Organismus wurde bereits im Jahre 1887 von Zopf in seinen „Untersuchungen über Parasiten aus der Gruppe der Monadinen“ auf Taf. II in seiner Fig. 37 a—f (auszunehmen ist „sp“ dieser Figur) gut abgebildet (siehe meine Abbildungen auf Taf. 4, insbesondere Fig. 171 c) und von ihm als ein Cystenzustand seiner *Polysporella Kützingii* betrachtet. In dieser scheinbar so eingehenden Studie über *Polysporella Kützingii* erscheinen mir wenigstens vier verschiedene Organismen durcheinandergemengt; nämlich: 1. Zopf's *Polysporella Kützingii*; [1])

---

[1]) Nach Zopf (1887) ist dieser Organismus dadurch ausgezeichnet, daß er pleospore Sporocysten besitzt und die Dauersporen durch wiederholte Zweiteilung des Cysteninhaltes hervorgehen. Wie wir es bereits an den beiden hier behandelten *Pseudosporopsis*-Arten sehen, stehen bei den Pseudosporeen pleospore Sporocysten nicht mehr so ganz vereinzelt da, wie dies zu jener Zeit, als Zopf seine *Polysporella* beschrieb, der Fall war. Heute ließe sich auf pleospore Sporocysten allein keine eigene Gattung der Pseudosporeen gründen. Im Jahre 1892 veröffentlichte Dangeard unter dem Titel „Le *Polysporella Kützingii* Zopf“ (1892, p. 209—214, Pl. XIX) eine Arbeit, in welcher er nachzuweisen versucht, daß Zopf's *Polysporella* nichts anderes ist als *Pseudospora* (= *Diplophysalis*) *nitellarum*, deren Zoocysten von *Nuclearia simplex* parasitisch befallen wurden, die Dauersporen der *Polysporella* mithin die Dauercysten der *Nuclearia* sind. Zudem findet man bei Bütschli (1884, Taf. XIV Fig. 2 b) die Abbildung einer Cyste von *Nuclearia simplex*, die mit ihren 4 Dauersporen im Innern der *Polysporella* Zopf's sehr ähnlich sieht. Nach Dangeard (l. c.) verliert somit die Gattung *Polysporella*

ihre Existenzberechtigung und muß gestrichen werden. Es soll nicht in Zweifel gezogen werden, daß *Nuclearia* oder ein ähnliche Amöben besitzender Organismus bisweilen parasitisch in die Zoocysten von *Diplophysalis* (*Pseudospora*) *nitellarum* eindringt und dann daselbst *Polysporella*-artige Zustände hervorruft, aber daß durch jene Abbildung Bütschli's und durch diese Arbeit Dangeard's eine Lösung des *Polysporella*-Problems bereits herbeigeführt ist, vermag ich nicht anzuerkennen, ja ich glaube, daß Bütschli (1884, p. 312) bezüglich der Zugehörigkeit dieser Cysten zu *Nuclearia* nicht im Rechte ist und die Ansicht Dangeard's falsch ist. Schon die sehr bestimmt lautenden Angaben Zopf's über die Keimungsweise der Dauersporen seiner *Polysporella* (1887, p. 17—18), die Dangeard für seine Interpretation augenscheinlich als sehr unbequem empfindet und über die er sich leichtfertig hinwegzusetzen sucht (1892, p. 214), stellen die Richtigkeit seiner Annahme in ganz bedenklicher Weise in Frage. Zopf (l. c.) bildet auf Taf. II in Fig. 31 A eine leere *Oedogonium*-Zelle ab, in welcher eine, vier Dauersporen enthaltende Sporocyste seiner *Polysporella* liegt; eine der Dauersporen ist leer und im Lumen der Sporocyste, neben den Dauersporen sieht man einen eingeißeligen Monadinenschwärmer, während drei andere, ebensolche Schwärmer im Lumen der Wirtszelle, außerhalb der Sporocyste, frei umherschwimmen. Falls Zopf in dieser Figur alles dargestellt hat, was in dieser *Oedogonium*-Zelle vorhanden war, dann ist es sozusagen ganz sicher, daß diese vier eingeißeligen Monadinenschwärmer jener leeren Dauerspore entstammten, dann aber ist die Unhaltbarkeit der Anschauung Dangeard's vollkommen erwiesen, weil *Nuclearia* in ihrem Entwicklungsgang keine Schwärmer besitzt. Farblose, reichlich Stärke aufnehmende *Nuclearia*-artige Amöben fand auch ich in Gesellschaft meines *Amylophagus* und der Sporocysten von *Polysporella*, aber die Cysten, die diese Amöben bildeten, waren ganz anders, sie entstanden einzeln, frei, nicht im Innern einer Cyste, glichen mehr den in Fig. 9 bei b auf Taf. I von Zopf (1887) dargestellten und, falls hier wirklich eine *Nuclearia* vorlag, so hatte diese sowohl mit *Amylophagus*, als auch mit *Polysporella* gewiß nichts zu tun. Die Dauersporen von *Polysporella* sind durch ihren Bau gut charakterisiert. Die Membran besteht aus zwei Schichten, einer äußeren. dicken, schwach lichtbrechenden (wie gallertig aussehenden) und einer inneren, dünneren, dunklen, stark lichtbrechenden. An der Innenfläche der Membran befindet sich eine einfache Lage größerer, gleichgroßer, stark lichtbrechender und fettglänzender Kügelchen, in der Mitte der Spore hingegen ein großer, runder, scharf hervortretender, ebenfalls fettglänzender Körper (der „Kern“ Zopf's), der den Farbstoff der Alkannatinktur speichert, also tatsächlich aus Fett besteht. Körniges Plasma ist in der Spore nicht sichtbar. Die stets auffallend dicke, jedoch nicht scharf doppeltkonturierte, nicht dunkel, sondern mehr wie aufgequollen erscheinende und schwach lichtbrechende Sporocystenmembran (diejenige von *Amylophagus* ist weniger dick, stark lichtbrechend, dunkel und scharf doppeltkonturiert), und dieser Bau der exakt kugeligen oder sehr breit-ovalen, oft in Mehrzahl in der Sporocyste vorhandenen Dauersporen (siehe Zopf 1887, Taf. I Fig. 12; Taf. II Fig. 23, 31 A und 37 sp) wäre dasjenige, was *Polysporella* charakterisiert. Eingeißelige Schwärmer entwickelnde Zoocysten, die ich hätte für die Zoocysten dieses Organismus oder für diejenigen von *Diplophysalis nitellarum* halten können, fanden sich in meinem Material nicht. Ich sah also nur die Dauersporen und keine anderen Entwicklungszustände, die ich hätte zu *Polysporella* mit Sicherheit ziehen können, und ich bin daher geneigt anzunehmen, daß *Polysporella* wohl ein selbständiger

2. *Amylophagus algarum* mihi; 3. *Endospora ovalis*[1]) nov. gen. nov. spec. und 4. spielt auch *Nuclearia* oder eine dieser sehr ähnliche Form eine störende Rolle. Zur Entschuldigung ZOPF's muß es

Organismus, aber wahrscheinlich ein Parasit von *Amylophagus algarum* ist. Die *Polysporella*-Sporocysten enthalten außer den Dauersporen entweder nichts anderes (wie die Sporocysten von *Amylophagus*) oder man findet nicht selten Stärkekörner oder einen bräunlichen, unregelmäßigen, mehr oder weniger feingranulierten und — wie die Jodreaktion zeigt — stärkehaltigen Klumpen, welch letztere Erscheinungen sich bei *Amylophagus* nicht finden.

Ganz einwandfrei ist aber hiermit die *Polysporella*-Frage durchaus nicht gelöst, sie erfordert zu ihrer völligen Klarlegung noch weitere und eingehende Untersuchungen.

[1]) Auf Grund der Dauersporen kommt in dieser Gesellschaft noch ein — meiner Ansicht nach — selbständiger Organismus vor, von dem ich nur die Dauersporen kenne und den ich ebenfalls wie *Polysporella* ZOPF, als einen die Zoocysten von *Amylophagus* befallenden Parasiten ansprechen möchte.

Endospora ovalis n. g. n. sp.

(Taf. 4 Fig. 188—190.)

Die in Einzahl gebildete Dauerspore ist von einer oder öfters doppelten, zarten und glatten, farblosen, runden oder elliptischen bis oblong-cylindrischen Hülle umgeben, deren äußerste (ah) eigentlich die Membran der *Amylophagus*-Zoocyste ist (Taf. 4 Fig. 188, 189). Charakteristisch für die *Endospora*-Dauerspore ist ihre cylindrisch-elliptische oder ovale, selten mehr kugelige Gestalt (11—20 μ lang, 8—13 μ dick; Taf. 4 Fig. 188—190 a, b). Ihre Membran ist einschichtig, ziemlich stark, dunkel- und doppeltkonturiert, glatt, farblos. Unter der Membran liegt eine Schicht gröberer Körnchen (nicht „Kügelchen" wie bei den Dauersporen von *Polysporella*), und im granulierten Plasma in ganz typischer Weise, mehr oder weniger zahlreiche, annähernd gleichgroße, ca. 2 μ im Durchmesser haltende fettglänzende Kugeln in unregelmäßiger Anordnung (Taf. 4 Fig. 188—190). Da diese sehr auffallenden Kugeln auf Einwirkung von GUIGNARD'scher Alkannatinktur (jedenfalls infolge des Alkohol- und Essigsäuregehaltes derselben) zu großen, unregelmäßigen Massen zusammenfließen, so handelt es sich hier nicht um Stärke, sondern wahrscheinlich um Fett, wenn auch — wohl infolge der Undurchlässigkeit der Sporenmembran — keine Farbstoffspeicherung eintrat. Die Dauersporen sind gleich vom Anfang ihrer Bildung an, wie diejenigen von *Polysporella*, ganz im Gegensatz zu denjenigen von *Amylophagus* (welche in jüngeren Stadien Stärkeeinschlüsse führen) stets stärkefrei und führen nur Fett als Reservematerial. Wie eingangs erwähnt wurde, liegt häufig die Dauerspore (wie jene der *Diplophysalis*-Arten) innerhalb einer der Spore konformen, zweiten, ebenfalls zarten und glatten Membran (h); ihrer Bildung ging also in diesen Fällen eine zweimalige Kontraktion des Plasmaleibes unter jedesmaliger Abscheidung einer Membran voraus. Innerhalb der sekundären Hülle (h) findet man neben der Dauerspore nie geformte Ingestareste, wohl aber liegen bisweilen im Lumen der primären Cyste, d. h. in dem Raum zwischen der *Amylophagus*- (ah) und der *Endospora*-Cystenmembran (h), Stärkekörner (Taf. 4 Fig. 188), oft außerdem noch Fett als unförmliche Masse oder Stärke und nur Fett allein, welche Residua ich eher als unverbraucht liegen gelassenes Nährmaterial, als ausgestoßene

jedoch bemerkt werden, daß man dem Irrtum nirgends mehr ausgesetzt ist als hier, wo ganz verschiedene Organismen auf manchen Stadien ihrer Entwicklung einander derart gleichen, daß sie voneinander absolut nicht zu unterscheiden sind. Wenn also Zopf hier so manchen Mißgriff tat, so soll dies die bedeutenden Verdienste nicht schmälern, die dieser Forscher auf diesen Gebieten sich erworben hat. Ich muß gestehen, daß auch ich weit davon entfernt bin mir einzubilden, das Formenkonglomerat der Zopf'schen *Polysporella*-Arbeit in ganz befriedigender oder durchaus fehlerfreien Weise entwirrt zu haben.

Amylophagus findet sich vorzugsweise in abgestorbenen, stärkereichen Algenzellen, in denen der Zelleib bis auf die Stärkekörner

---

Ingestareste betrachten möchte. Allem Anschein nach wird die Stärke der *Amylophagus*-Cyste durch die Einwirkung der *Endospora* in Fett umgewandelt und als solches erst in ihren Körper aufgenommen. Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist es ferner, daß nicht allzu selten die dünne, primäre *Amylophagus*-Cystenmembran (ah) nicht allein eine Dauerspore der *Endospora ovalis* (sp), sondern auch ein, selbst zwei typische, nur Stärke enthaltende Tochterzoocysten von *Amylophagus* (am) einschließt (Taf. 4 Fig. 190 a, b). Da in solchen Fällen um die *Endospora*-Dauerspore keine Hülle (nämlich die Membran der *Amylophagus*-Tochterzoocyste) zu bemerken ist, so wird hierdurch die Annahme unzulässig, daß der *Endospora*-Keim hier in eine Tochterzoocyste von *Amylophagus* eindrang und in dieser die Bildung der Dauerspore erfolgte. Das Fehlen der Hülle um die *Endospora*-Dauerspore erklärt sich vielmehr — meiner Meinung nach — naturgemäßer, wenn man annimmt, daß eine einheitliche (keine Tochterzoocysten enthaltende) *Amylophagus*-Cyste von *Endospora* infiziert wurde, daß dann infolge dieser Infektion ein Teil des *Amylophagus*-Plasmas (samt seinen Stärkeeinschlüssen) sich — um sein Leben vor dem Parasiten zu retten — abkapselte und auf diese Weise, in Form von Tochterzoocysten, neben der entstandenen *Endospora*-Dauerspore liegend, innerhalb der primären *Amylophagus*-Cystenmembran lebend erhalten blieb.

Diese Dauersporen, d. h. meine *Endospora ovalis*, hatte bereits auch Zopf beobachtet, der sie aber als zu seiner *Polysporella* gehörig betrachtete, obwohl sie von den Dauersporen dieser, entschieden verschieden sind. In Fig. 18 u. 19 seiner Taf. I (1887) kann man in unzweifelhafter Weise die innerhalb einer zarten, primären Cystenmembran liegenden, ovalen, in ihrem Innern die zahlreichen, gleichgroßen Fetttropfen führenden Dauersporen meiner *Endospora* erkennen. Der große zentrale Fettkörper (der „Kern“ Zopf's), die wandständigen Fett(?)kügelchen der *Polysporella*-Dauersporen fehlen hier. Ja es fiel sogar Zopf selbst diese Abweichung auf; denn in der Erklärung der Abbildungen findet sich auf p. 36, bezüglich Fig. 16—19 folgender Hinweis: „In Fig. 14 und 15 sind mehrere stark lichtbrechende Körper im Inhalte der Sporen zu sehen.“ Indessen bei der Berufung auf „14 und 15“ handelt es sich ganz sicher um einen Druckfehler und soll richtig heißen: „18 und 19“. Vergleiche diese beiden Figuren Zopf's mit den übrigen seiner (richtigen) *Polysporella*-Dauersporen, wie Taf. I Fig. 12, Taf. II Fig. 23, 31 A und 37 sp, mit den meinigen auf Taf. 4 Fig. 188, 189.

bereits zerstört ist, sucht also die nicht selten anzutreffenden, oft vollkommen reinen Stärkeansammlungen solcher Zellen auf. Ebenso gibt ZOPF für seine *Polysporella* an (1887, p. 8), daß die *Cosmarium*-Zellen (die von diesem „Schmarotzer" befallen wurden) derart von Stärke vollgepfropft waren, daß der übrige, grüne Zellinhalt zurücktrat. Demnach handelte es sich um unter ungünstigen Verhältnissen vegetierende, krankhafte Zellen, in denen zufolge gestauten Stoffwechsels eine enorme Anhäufung von Assimilaten (Stärke) stattgefunden hatte, die vom Tode nicht gar zu weit entfernt waren. Auch dieser „Parasit" dürfte sich nur in bereits toten Algenzellen vorgefunden haben.

Der in die entsprechendes Nährmaterial bergende Algenzelle eingedrungene Schwärmer wird zu einer kleinen, geißellosen Amöbe von ungleichseitig, breit-spindelförmiger Gestalt, von deren beiden spitzen Enden je ein spitzes, etwa körperlanges, unverzweigtes Pseudopodium abgeht (Taf. 4 Fig. 169a). Der sonst glatt begrenzte Körper besteht aus dichtem, weißglänzendem Plasma, in welchem man, einem Ende genähert, eine Vakuole (wahrscheinlich die kontraktile Vakuole des ehemaligen Schwärmers) wahrnimmt (Taf. 4 Fig. 169a). Diese Amöbe schreitet sofort zur Nahrungsaufnahme, indem sie, mit einem bewunderungswürdigen Elektionsvermögen begabt, nur Stärkekörner aufnimmt, welche man bereits in ihrem Innern eingebettet findet. Mit der fortschreitenden Aufnahme von Stärkekörnern wird der Körper alsbald rundlich und auch die kurzen Pseudopodien werden eingezogen, so daß alsbald keine Pseudopodien an diesen Amöben vorhanden sind (Taf. 4 Fig. 169b). Die Zahl der aufgenommenen Stärkekörner wird bald eine solche, daß diese dicht aneinander gepackt, zu einem soliden Klumpen vereinigt beisammen liegen und man vom „Plasma" der Amöbe durchaus nichts bemerken kann. Die „Amöbe" stellt nun einen Klumpen von farblosen, stark lichtbrechenden Stärkekörnern dar, den man — wenn er inmitten von Stärkekörnern oder neben einer Anhäufung solcher liegt — nur mit großer Mühe und nur bei aufmerksamster Beobachtung — an den schwachen, aber doch deutlichen Umrißänderungen, als „Amöbe" erkennen kann (Taf. 4 Fig. 170 bei a) und in dem niemand, ohne Kenntnis der Sachlage, den Entwicklungszustand eines Organismus vermuten würde. Ist diese Amöbe derart mit Stärkekörnern vollgepfropft, daß sie weitere nicht mehr aufzunehmen vermag, so wird ihr Umriß, der infolge der Amöboidität noch einige Unregelmäßigkeiten aufwies (Taf. 4 Fig. 171a) vollends gerundet. Unter Flüssigkeitsaufnahme und Volumenvergrößerung wird alsdann

ringsum diesen dichtgefügten Stärkeklumpen eine abstehende, zarte Membran gebildet; zugleich findet eine Auflockerung des Stärkeklumpens statt, so daß nunmehr eine haufenartige Stärkekörneransammlung innerhalb einer, von wasserklarer Flüssigkeit erfüllten Blase — wie in einer großen Vakuole suspendiert — eingeschlossen liegt (Taf. 4 Fig. 172). Da in diesem Zustand außer der Membran und den Stärkekörnern keine weiteren Inhaltsbestandteile in diesen Cysten zu sehen sind, so würde schwerlich jemand diese Bildungen für den Entwicklungszustand eines Lebewesens halten, sondern sie eher für einen Desorganisationszustand jener Algenzelle ansehen, in deren Lumen sie liegen. Nach der Bildung der Cyste beginnt aber bereits die Verdauung; die Stärkekörnchen schmelzen von außen nach innen allmählich ab, die scharfen Ecken derselben schwinden, sie nehmen gerundete Konturen an, das Quantum der Stärke verringert sich und es erscheint neben den weißglänzenden, stark lichtbrechenden Stärkekörnern farbloses, dichtes, homogenes Hyalo-Plasma (Taf. 4 Fig. 171 b). In dem Maße als die Stärkemenge abnimmt und das Plasma sich vermehrt, treten große Vakuolen im Lumen der Cyste deutlich in die Erscheinung, die durch dünne Plasmaplatten voneinander getrennt, dicht aneinander stoßen (Taf. 4 Fig. 171 c). Anfangs sind nur zwei solche Vakuolen vorhanden, nachher wird ihre Anzahl vermehrt, so daß die sie voneinander scheidenden, dünnen Plasmalamellen im Innern der Cyste eine eigenartige und höchst charakteristische Konfiguration des Inhaltes herbeiführen, dadurch gewissermaßen ein großwabiges Schaumgewebe entsteht (Taf. 4 Fig. 173 $a_{1, 2, 3}$). Die noch nicht verdauten Stärkekörner liegen teils im Plasma, teils im Innern dieser Vakuolen, die also als Nahrungsvakuolen (nv) bezeichnet werden können (Taf. 4 Fig. 173 $a_{1, 2, 3}$). Ist endlich alle Stärke restlos oder wenigstens bis auf einige winzige Körnchen verdaut, und erfüllt das typische Plasmaschaumgewebe das Lumen der Cyste, so schreitet der Organismus zur Schwärmerbildung. Durch die nicht sehr zahlreichen, großen, bis nahezu an die Cystenwand reichenden Nahrungsvakuolen erscheint die Hauptmasse des Plasmas an die Wand der Cyste gedrängt, wo durch die peripheren gerundeten Flächen dieser Vakuolen verkehrt-kegelförmige Ansammlungen (Zwickel) des Plasmas zustande kommen (Taf. 4 Fig. 173 $a_{1, 2, 3}$ bei x). In diesen verkehrt-kegelförmigen, parietalen Plasmazwickeln (x) treten nun kleine Vakuolen auf (cv), welche aber kontraktil sind, es sind dies bereits die kontraktilen Vakuolen der zukünftigen Schwärmer (Taf. 4 Fig. 173 a_1). Unter Längsspaltung der die großen Nahrungs-

vakuolen scheidenden Plasmaplatten zerfällt nun der Cysteninhalt simultan in so viele gesonderte Portionen als Schwärmer entstehen, von denen jede eine große Nahrungsvakuole (nv) in sich aufnimmt. Befinden sich in diesen Nahrungsvakuolen noch einige nicht verdaute, winzige Stärkekörnchen, so werden diese nicht ausgestoßen, sondern gehen mit ihnen in die Schwärmeranlagen über. Die Schwärmeranlagen sitzen nun als hochgewölbte, hügelförmig in das Cysteninnere vorspringende, voneinander gesonderte Plasmaportionen mit ihrer Basis an der Innenfläche der Cystenmembran und enthalten außer den kleinen, kontraktilen, auch fernerhin persistierenden Vakuolen (cv), die nach erfolgter Sonderung bereits sich etwas kontrahierte und nun völlig abgekugelte große Vakuole, d. h. die dem Schwärmer zugefallene Nahrungsvakuole (nv), mit eventuell vorhandenen Stärkeeinschlüssen (Taf. 4 Fig. 173b). Aber kaum ist dieser Zerfall des Cysteninhaltes in die Schwärmeranlagen erfolgt, so sieht man auch schon, wie die großen, abgekugelten Vakuolen (die bisher noch erhalten gebliebenen Nahrungsvakuolen) unter rasch fortschreitender Kontraktion gänzlich verschwinden, d. h. verschluckt werden, und die etwa vorhandenen, winzigen Stärkekörnchen aus dieser Vakuole nunmehr direkt in das Plasma des Schwärmers zu liegen kommen. Unter fortschreitender Abrundung lösen sich die Schwärmeranlagen von der Cystenwand und zwischen ihnen sieht man bereits ihre Geißeln schwingen (Taf. 4 Fig. 174). Innerhalb der Cyste zeigen die Schwärmer einige Zeit lang amöboide Gestalts- sowie schwache Ortsveränderungen, dann verlassen sie einzeln. sich an beliebiger Stelle durch die Cystenwand hindurchbohrend, langsam die Cyste (Taf. 4 Fig. 175). Es dauert geraume Zeit bis alle Schwärmer, die in geringer Zahl (meist 6) gebildet werden, die Cyste verlassen. Unter amöboider Gestaltsveränderung sendet der Schwärmer von seinem Hinterende ein feines, spitzes Pseudopodium, ein Perforationspseudopodium (Taf. 4, p in Fig. 177 a, b) durch die Membran der Cyste (man hüte sich es für die Geißel zu halten), läßt alsdann durch diese feine Öffnung den plasmatischen Körper hindurchtreten, wobei zuletzt der Vorderteil mit der kontraktilen Vakuole dieselbe passiert (Taf. 4 Fig. 177) und endlich werden die Geißeln hinausgezogen.

Unverdaute Nahrungsreste bleiben in der Cyste in der Regel nicht zurück, da hier die Nahrung, die nahezu ausnahmslos nur aus Amylum besteht, meist restlos d. h. ohne sichtbare Reste zu hinterlassen, verdaut wird. Entleerte Cysten enthalten nur klare, farblose Flüssigkeit (Wasser). Geringe Stärkereste, die bei der

Schwärmerbildung eventuell als winzige, stark lichtbrechende Körnchen noch vorhanden sind, werden nicht ausgestoßen, sondern — wie bereits oben erwähnt wurde — in die Schwärmer mit aufgenommen und in diesen weiter verarbeitet (Taf. 4 Fig. 174, 176e). Normalerweise findet Schwärmerbildung erst dann statt, wenn die Stärke ganz oder bis auf sehr geringe Reste verdaut ist. Erfolgt aber die Schwärmerbildung aus irgendeinem Grunde vorzeitig, noch bevor die Stärkeeinschlüsse verdaut und noch beträchtliche Mengen solcher unverdaut vorhanden sind, dann bleiben diese allerdings als ein Nahrungsrestballen in der entleerten Cyste zurück; andere Nahrungsreste, wie braune Klumpen finden sich in den Cysten dieses Organismus nicht, da ja derselbe chlorophyllhaltige Nahrung nur in höchst seltenen Ausnahmsfällen aufnimmt.

In das Lumen der Wirtszelle hinausgelangt kriecht der Schwärmer unter amöboider Gestaltsveränderung und unter Entwicklung von einigen, spitzen, dünnen Pseudopodien einige Zeit umher, wobei aber die Geißeln erhalten bleiben, und schlängelnde Bewegungen ausführen. Oft ist der Körper des Schwärmers spindelförmig, an zwei entgegengesetzten Enden in spitze, längere Pseudopodien auslaufend, während die kontraktile Vakuole und die Geißeln (die ja das Vorderende des Schwärmers markieren) an einer der bauchigen Seiten zu sehen ist; die Pseudopodienentwicklung erfolgte also hier in der Richtung der Querachse (Taf. 4 Fig. 176f). Bisweilen ist der Körper gerundet und das Hinterende läuft in ein oder einige Pseudopodien schwanzartig aus (Taf. 4 Fig. 176b—d, e), oder es entwickeln sich solche Pseudopodien an den Seiten des Körpers (Taf. 4 Fig. 176g), kurzum der Körper des ausgetretenen Schwärmers ist stark amöboid und jede Stelle desselben erscheint befähigt Pseudopodien zu entwickeln, die aber nie so zahlreich und allseits abstehend ausgesendet werden, daß *Actinophrys*-artige Gestalten entstehen. Haben diese gar nicht besonders lebhaften amöboiden Form- und Ortsveränderungen eine Weile gedauert, so beginnt die Hauptgeißel kräftiger zu schlagen, der Körper erhält eine bestimmtere, längliche Gestalt, wobei das Hinterende zumeist in ein längeres Pseudopodium schwanzartig ausgezogen erscheint (Taf. 4 Fig. 176b). Rasch schwimmt nun der Schwärmer im Lumen der Wirtszelle umher, wobei das begeißelte Ende vorangeht. Nach einiger Zeit nimmt jedoch die Lebhaftigkeit des Schwimmens wieder ab, der Schwärmer wird abermals stark amöboid und nun verläßt er das Lumen der Wirtszelle entweder durch eine zufällig vorhandene Öffnung derselben, oder indem er die Membran derselben, auf völlig gleiche

Weise wie jene der Cyste durchbohrt. Das lange, dünne Perforationspseudopodium (p), welches zuerst hervorgestreckt wird (Taf. 4 Fig. 177 b, $_1$) kann bisweilen hin und her pendelnde Bewegungen ausführen und so leicht zu einer Täuschung Veranlassung geben, welche die falschen Angaben veranlaßt haben mag, daß beim Durchtritt der Monadinenschwärmer durch eine Membran (also auch beim Austritt aus der Zoocyste), die Geißel vorangeht. Das ausgetretene Hinterende kann auch mehrere feine, fadenförmige Pseudopodien entwickeln (Taf. 4 Fig. 177 b$_2$). Ist der Durchtritt durch die Wirtszellmembran erfolgt, so bleibt er zunächst ruhig liegen und die amöboiden Gestaltsveränderungen dauern weiter an. Häufig erscheint er in der Richtung der Querachse spindelförmig gestreckt und an den beiden Enden in zwei spitze Pseudopodien ausgezogen, derart, daß die längere Achse der Spindel mit der Oberfläche der Wirtszelle parallel geht (Taf. 4 Fig. 178 a), der Schwärmer liegt sozusagen der Wirtszellenoberfläche flach auf, während man die Geißel an der vom Substrat abgewandten Seite schwingen sieht. Endlich beginnt die Hauptgeißel wieder heftig zu schlagen und der Körper nimmt eine länglich-eiförmige Gestalt an, aber man sieht, daß der Schwärmer nur darum nicht fort kann, weil er noch mit einem feinen, schwanzartigen Pseudopodium seines Hinterendes an der Wirtszelle festgeheftet ist (Taf. 4 Fig. 178 b). Sobald es aber dem hin und her schwankenden Schwärmer gelingt sich loszumachen, schießt er mit einer derartigen Geschwindigkeit davon, daß man ihn alsbald aus dem Auge verliert.

Einmal sah ich, kurz nach dem Austritt aus der Wirtszelle, einen Schwärmer sich entzwei teilen, und zwar auf ganz dieselbe Weise, wie dies für Monadinenschwärmer angegeben wird. Vermehrung der Schwärmer durch Teilung kommt also auch hier vor.

Die Bewegung des Schwärmers ist eine schießende, ohne Drehung des Körpers um seine Längsachse. Ist er ein Stück fortgeschossen, so tritt für einen Moment ein Stillstand ein, es hat den Anschein, als würde der Schwärmer mit seinem Hinterende kleben bleiben, und in der Tat sieht man, wie der Schwärmer (ohne hierdurch zur Ruhe zu kommen) sein Hinterende zu einem fadenförmigen Schwanz auszieht und weiterschießt. Durch diese momentanen Unterbrechungen, welche stets mit einer Änderung der Schwimmrichtung verbunden sind, erhält die Bewegung etwas Sprunghaftes und erinnert gewissermaßen an die Bewegungsweise der Chytridiaceenschwärmer. Während der Bewegung hat der Schwärmer länglich-cylindrische oder auch länglich-eiförmige Gestalt,

sein Hinterende ist gerundet, das Vorderende schief abgestutzt und etwas ausgerandet. In dieser Ausrandung entspringen zwei Geißeln, von denen die eine, die bei der Bewegung nach vorn gerichtet ist und schlagend schlängelnde Bewegungen ausführt, bei weitem länger ist als der Körper; die andere neben ihr entspringende ist kurz, höchstens so lang als der Körper, nach hinten gerichtet; sie liegt dem Körper bei der Bewegung dicht an und ist deshalb nur unter günstigen Beobachtungsverhältnissen deutlich wahrnehmbar. Der 8—10 μ lange und 4 μ dicke Körper besteht aus matt lichtbrechendem, farblosem Plasma. Der Kern ist im Leben direkt nicht wahrnehmbar. Unter der Geißelbasis, im höheren Teil des Vorderendes, befindet sich stets eine relativ große kontraktile Vakuole. In der hinteren Körperhälfte sind manchmal 1—2 kleine, glänzende, stark lichtbrechende Körnchen vorhanden, es sind dies Stärkekörnchen, welche der Schwärmer noch während seiner Bildung aus der Cyste mitbekam (Taf. 4 Fig. 176e, 174 in zwei Schwärmern). Andere geformte, auffallende Einschlüsse sind nicht vorhanden. Der Körper des Schwärmers ist stets amöboider Gestaltsveränderung fähig, besonders sein Hinterende zieht sich — wie bereits früher erwähnt — oft in ein bis mehrere Pseudopodien aus. Mitten im lebhaften Schwärmen gibt der Schwärmer seine bestimmte Gestalt auf, unterbricht das Schwärmen, führt am Platze amöboide Bewegungen aus, entwickelt Pseudopodien, aber die Geißeln bleiben hierbei erhalten, ja diese Momente sind besonders günstig zu ihrer Beobachtung. Nach einem solchen, nicht allzu lange dauernden amöboiden Intermezzo, nimmt der Schwärmer wieder seine frühere Gestalt an und setzt das schießende Schwimmen fort.

Die Gestalt der Zoocysten ist vorherrschend vollkommen kugelig, doch finden sich auch ovale, oblonge und etwas nierenförmige (Taf. 4 Fig. 180), selten unregelmäßigere Cysten. Meist finden sie sich zu mehreren in einer Wirtszelle, in langen Conjugatenzellen bis zu 10, jedoch nie so zahlreich, daß sie sich durch gegenseitigen Druck abplatten (Taf. 4 Fig. 172, 186). Es kommt vor, daß die „Stärkemasse“ einer Cyste, d. h. der lebende Inhalt derselben durch ein- oder zweimalige Teilung in zwei oder vier Teile zerfällt (Taf. 4 Fig. 181a, b). Dann sieht man im Innern einer zartwandigen Cyste 2 oder 4 gleichgroße, rundliche „Stärkeballen“ liegen und man erwartet, daß aus diesen Ballen nunmehr jene Dauersporen hervorgehen werden, die Zopf für seine *Polysporella* angab. Doch nichts von dem! Aus diesen „Stärkeballen“ gehen im Innern der primären Cyste 2, 4, seltener 3 sekundäre Zoocysten hervor, welche das Lumen der

primären Cyste ausfüllen und von der Membran der primären Cyste zu einer Gruppe vereint, umschlossen werden (Taf. 4 Fig. 181). Diese Tochterzoocysten sind meist von gleicher Größe, es kommt jedoch auch vor, daß in solchen Cystenpaaren die eine merklich größer ist als die andere (Taf. 4 Fig. 182).

Eine andere, sehr häufige Erscheinung, die bereits Zopf beobachtet hatte (1887, p. 19 Taf. II Fig. 37 a—d) ist es, daß der Inhalt der Zoocyste sich wiederholt, konzentrisch, unter jedesmaliger Abscheidung einer zarten und glatten Membran kontrahiert. Diese plasmolytische Kontraktion (wie Zopf sie nennt) des einheitlich bleibenden Cysteninhaltes kann sich bis viermal wiederholen und man findet alsdann 4—5, jedoch meistens nur 2—3, ineinandergeschachtelte, in ihrer Größe oft nur wenig differierende und in ihrer Beschaffenheit durchaus gleichartige Cystenmembranen (Taf. 4 Fig. 183, 184). Als eine pathologische Erscheinung kann diese wiederholte Inhaltskontraktion und Cystenmembranbildung nicht aufgefaßt werden, da der Inhalt der innersten, mithin kleinsten Cyste endlich ganz normal Schwärmer bildet. Freilich haben diese bei ihrem Austritt hier mehr Hindernisse zu überwinden, als wie in ganz normalen Fällen und die Schwärmer sind hier demzufolge mehr dem Untergange ausgesetzt.

Mit den voranstehend behandelten Zoocysten vergesellschaftet findet man oft jene pleosporen Sporocysten, auf welche Zopf seine *Polysporella Kützingii* gründete und dazu in einer Weise, die einen stark verleitet, diese beiden Zustände miteinander entwicklungsgeschichtlich zu verknüpfen, wie es Zopf tat. Ich hatte einmal Gelegenheit die Bildung der Dauerspore bei meinem *Amylophagus* direkt zu beobachten und diese Beobachtung führte mich zu der Ansicht, daß die pleosporen Sporocysten nicht zu *Amylophagus* gehören, sondern wahrscheinlich einen eigenen Organismus repräsentieren, der trotz Dangeard's Einwendungen auch fernerhin als *Polysporella Kützingii* bezeichnet werden möge. Das hier Folgende dürfte dies ersichtlich machen.

Die Cyste, welche zur Sporocyste werden soll, erhält zunächst eine dickere, stärker lichtbrechende, dunkler erscheinende, doppelt konturierte Membran; dies ist ein sicheres Anzeichen dafür, daß die Cyste am Beginn der Dauersporenbildung steht (Taf. 4 Fig. 185 bei b). Außer den Stärkekörnern, der Cystenwand anliegend, ist alsdann in dünner Schicht das gleichmäßig- und grobkörnige Plasma der zukünftigen Dauerspore erkennbar (Taf. 4 Fig. 185 bei b. Nun beginnt der Zellinhalt sich zu kontrahieren, er zieht sich in einem

Teil seines Umfanges von der Cystenwand zurück und es entsteht ein von wasserklarer Flüssigkeit erfüllter Zwischenraum zwischen ihm und der Cystenwand. Die kontrahierte Plasmamasse zeigt träge amöboide Gestaltsveränderungen (Taf. 4 Fig. 185 b_1), eine langsam wallende und drehende Bewegung, welch letzteres an dem Hin- und Hergeschobenwerden der in ihrem Saftraum eingeschlossenen Stärkekörner deutlich erkennbar wird (Taf. 4 Fig. 185 b_2). Kontraktion und Abkugelung des Cysteninhaltes schreiten weiter fort, der vom Zelleib umschlossene Saftraum verschwindet allmählich und der abgekugelte Plasmakörper liegt allseitig frei im Lumen der Cyste. In der Mitte desselben befinden sich, im grobkörnigen Plasma eingebettet, zu einem Haufen zusammengedrängt die Stärkekörner, die hier nicht — wie sonst bei der Dauersporenbildung der Monadinen — als „unverdaute Nahrung" ausgestoßen werden, was jedenfalls dem Umstande zugeschrieben werden muß, daß diese hier später doch „restlos" verdaut werden (Taf. 4 Fig. 185 b_3). Endlich erfolgt die Bildung einer farblosen, glatten, doppelt konturierten Membran an der Oberfläche der bisher nackten Plasmakugel und die Dauerspore ist im großen und ganzen fertig (Taf. 4 Fig. 185 b_4). Es entsteht also in der Sporocyste von *Amylophagus* nur eine einzige, kugelige Dauerspore von 8—12 μ (meist 10 μ) Durchmesser und außer derselben enthält die Sporocyste keinerlei geformte Körper, also auch kein ausgestoßenes und unverbraucht liegen gelassenes Nährmaterial. Die Stärke (resp. der Klumpen derselben), welche mit in die Dauerspore eingeschlossen wurde, wird mit fortschreitender Reife derselben allmählich und gänzlich verdaut (Taf. 4 Fig. 185 b_5) und an ihrer Stelle erscheint ein großer, kugeliger, matt- und fettglänzender Körper, während der Innenfläche der Wand eine Schicht körnigen Plasmas anliegt (Taf. 4 Fig. 185 b_6). Bisweilen ist neben dem großen Fett(?)körper seitlich ein heller körnchenfreier Fleck vorhanden. Es gleicht also demnach die reife Dauerspore von *Amylophagus* völlig einer Dauerspore der Saprolegniaceen. Ihre Keimung ist unbekannt.

Amylophagus algarum ist ein stärkeverdauender Organismus par excellence. Er findet sich daher in abgestorbenen Algenzellen überall dort, wo Stärke reichlicher vorhanden ist. Ich fand ihn in der Umgegend von Igló in vegetativen Zellen von Conjugaten (*Zygnema, Spirogyra, Mougeotia*), in jungen Zygoten von *Spirogyra*, in den Aplanosporen bildenden Anschwellungen von *Gonatonema ventricosum*, ferner in *Oedogonium* (in vegetativen Zellen und auch in Oogonien), endlich einmal auch in den völlig entfärbten Zellen von *Pandorina*

morum. Sehr charakteristisch für diesen sehr energischen Stärkevertilger ist es, daß er nur Stärkekörner in sich aufnimmt; besonders klar erschien diese Tatsache in einem Fall, wo die von Stärke erfüllten Zoocysten, als vollkommen farblose Körper inmitten des desorganisierten, braun- und grüngefärbten Inhaltes einer *Zygnema*-Zelle lagen, vom Chlorophyll hatten sie also nicht das Mindeste aufgenommen (Taf. 4 Fig. 186). In einem anderen Fall lagen die *Amylophagus*-Zoocysten in Gesellschaft mit den Zoocysten von *Pseudospora parasitica* im noch grünen, desorganisierten Zellinhalt einer *Spirogyra*-Zelle; während die *Pseudospora parasitica* Cysten in ihrem Innern ausnahmslos den großen, charakterisch gelbbraun gefärbten Nahrungsrestballen zeigten (da dieser Organismus chlorophyllhaltige Nahrung bevorzugt), waren sämtliche *Amylophagus*-Cysten völlig ungefärbt und enthielten nichts anderes als Stärkekörner (Taf. 4 Fig. 187).

Das ausgeprägte Elektionsvermögen für Stärke hat dieser Organismus mit *Protomonas amyli* Cienk. gemein, ist aber mit dieser nicht identisch. Von dieser, allerdings verwandten Monadine unterscheidet sich *Amylophagus* scharf durch die charakteristische Konfiguration seines Zoocysteninhaltes (Schaumstruktur), durch die sehr ungleiche Länge der beiden Geißeln an den Schwärmern, durch die nahezu pseudopodienlosen Amöben, und endlich durch die Sporocysten, deren Membran keinerlei zentripetale Verdickungen aufweist. Zufolge der übereinstimmenden Begeißelung der Schwärmer steht *Amylophagus* der Gattung *Pseudosporopsis* sehr nahe.[1]) Einen Unterschied bildet eigentlich nur der Mangel einer einheitlichen Nahrungsvakuole, die hier in typischer Weise durch mehrere vertreten wird, und durch welche die Schaumstruktur des Zoocysteninhaltes zustande kommt, ferner daß diese Nahrungsvakuolen abweichend von allen anderen, bisher bekannten Fällen, in die Schwärmer aufgenommen werden und erst in diesen verschwinden, während sonst diese Ausstoßung viel früher, d. h. vor, resp. während der Schwärmerdifferenzierung erfolgt. Daß hier normalerweise — ebenfalls im Gegensatze zu anderen Monadinen —

[1]) Zwischen dem Vorhandensein einer langen, während des Schwärmens nach vorn gerichteten Haupt- und einer kurzen, passiven, nachgeschleppten Nebengeißel und der „schießenden" Bewegung des Schwärmers scheint mir ein derartig enger Zusammenhang zu bestehen, daß wenn jemandem bei einer Monadine solche „schießende" Schwärmer begegnen, an denen zunächst nur eine, nach vorn gerichtete Geißel deutlich in die Erscheinung tritt, sofort der Verdacht aufzutauchen hat, daß noch eine zweite, schwer nachweisbare Geißel vorhanden ist.

keine Ausstoßung von Ingestaresten stattfindet, hat seinen Grund in der vollständigen Verdaubarkeit des Nährmaterials und es ist dies in systematischer Hinsicht ein Moment von nebensächlicher Bedeutung. Ob die Sporocyste stets nur eine Dauerspore bildet, müssen fernere Untersuchungen entscheiden.

Vom phylogenetischen Gesichtspunkt aus ist *Amylophagus* deshalb nicht unwichtig, weil die zur Eliminierung bestimmte Nahrungsvakuole nicht einen einheitlichen Saftraum darstellt, sondern aus mehreren, getrennt bleibenden Vakuolen besteht, wie dies bei vielen Phycomyceten der Saprolegniineen-Peronosporineenreihe vorkommt. Insonderheit kämen diesbezüglich die zu Zoosporangien werdenden „Conidien" einiger Peronosporeen in Betracht, bei denen ein zentraler Saftraum nicht gebildet wird, sondern bei denen neben den auftretenden kleinen kontraktilen Vakuolen der Schwärmeranlagen in einer jeden eine große Vakuole vorhanden ist, welche beim Austreten der Schwärmer verschwindet. Da die Gesamtheit dieser großen Vakuolen, ebenso wie diejenige der verschwindenden von *Amylophagus* — meiner Ansicht nach — den einheitlichen verschwindenden Saftraum der Saprolegniaceen-Zoosporangien und der sonst in Einzahl vorhandenen Nahrungsvakuole der Monadinen-Zoocyste gleichzusetzen ist, so ist hierin die Übereinstimmung mit den Peronosporeen-Zoosporangien sozusagen eine überraschende. Dann sind an den Schwärmern auch hier zwei ungleich lange, nicht gerade apicale Geißeln vorhanden und die Dauersporen zeigen in ihrer Erscheinung, in ihrem Bau (wie ich es bereits oben hervorhob) ganz den Charakter der Saprolegniaceen-Dauersporen. Ferner steigert der Fortfall der Ausstoßung sichtbarer Ingestareste im hohen Grade die Chytridiaceen-Ähnlichkeit dieser Pseudosporee, die aber deshalb keineswegs als ein Vorläufer der Chytridiaceen, sondern als ein solcher der Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe zu gelten hat.

Die auf S. 97 geschilderte eigenartige, sog. „plasmolytische" Kontraktion des Zoocysteninhaltes, die Zopf (1887, p. 19—20) mit vollem Recht der wiederholten Cystenmembranbildung bei *Vampyrella spirogyrae* und *Vampyrella pendula* an die Seite stellt, ja selbst die Bildung von Tochterzoosporangien im Innern der primären, wie ich sie für *Amylophagus* nachwies (siehe oben S. 96) beobachtete ich im April des Jahres 1914, bei einem niederen Phycomyceten, bei *Olpidiopsis Schenkiana*. Als Abnormität kommt es hier vor, daß in einem Zoosporangium, welches bereits den Entleerungshals gebildet hatte, der Sporangiuminhalt sich in eine oder seltener zwei Portionen

geringeren Volumens kontrahiert, sich abkugelt, mit einer Membran umgibt und im Lumen des ursprünglichen (primären) Sporangiums abermals zu einem neuen Sporangium wird, welches seinerseits einen (oder auch zwei) Entleerungshals entwickelt, welcher sowohl die Wand des primären Sporangiums sowie diejenige der *Spirogyra*-Zelle durchbohrt und durch welchen der Inhalt (wohl als Schwärmsporen) entleert ward. Während aber der Entleerungshals des primären Zoosporangiums geschlossen blieb und dessen apicale Wandpartie (durch deren Verquellung die Öffnung des Sporangiums erfolgt) hier sehr durch ihre beträchtliche Dicke und starke Lichtbrechung auffällt, erscheint der Entleerungshals des entleerten sekundären Sporangiums offen. Es ist auffallend, daß der Entleerungshals des sekundären Sporangiums nicht in den Hals des primären hinein- und diesen durchwächst, sondern an anderer Stelle entsteht und alle ihm im Wege stehenden Membranen durchbohrend, seinen Weg ins Freie nimmt (Taf. 4 Fig. 193a, b). Es erscheint mir nicht unmöglich, daß eben die auffallend mächtige, vielleicht abnorm beschaffene, stark lichtbrechende Membranmasse an der Spitze des Entleerungshalses infolge ihrer Abnormität die Entleerung des primären Sporangiums verhinderte und so die Ursache dieser Einschachtelungserscheinung wurde. Auch die Tatsache, daß der Entleerungshals des sekundären Sporangiums einen anderen Weg wählt, deutet vielleicht auf die völlige Unwegsamkeit des erstgebildeten Entleerungshalses hin. Spricht aber das Vorkommen einer derartigen Einschachtelung von Sporangien, die Bildung von Tochtersporangien im Innern des primären bei einem am Anfange der Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe stehenden Phycomyceten nicht auch für den phylogenetischen Zusammenhang dieser Pilzreihe mit den tierischen Monadinen?

Ectobiella Bambekii und *Ectobiella Plateaui* de Br.

Diese beiden von de Bruyne entdeckten und beschriebenen interessanten Monadinen mögen hier Erörterung finden, da sie mir in phylogenetischer Hinsicht Wichtigkeit zu besitzen scheinen.

Ectobiella Bambeckii fand de Bruyne in den Rindenzellen von *Chara vulgaris* in Gesellschaft von *Diplophysalis nitellarum* (1888, p. 1—5, Taf. I). Sehr bemerkenswert erscheint die Tatsache, daß bei der Bildung des Ruhestadiums (der Dauercyste) im Gegensatz zu fast allen bekannten Monadinen (abgesehen von den ausschließlich Stärke fressenden und diese meist restlos verdauenden *Amylophagus algarum* — siehe diesen — und auch *Protomonas amyli* Cienk.)

keine Ausstoßung geformter Nahrungsresidua stattfindet, daß also dieser Organismus — trotz dem Vorhandensein eines Amöbenstadiums — soweit es sich aus den mitgeteilten Abbildungen (1888, Taf. I) schließen läßt — keine animalische Nahrungsaufnahme erkennen läßt. Findet eine solche tatsächlich nicht statt, so haben wir es nicht mehr mit einer Monadine, sondern mit einem pilzlichen Organismus zu tun, der den Chytridiaceen sehr nahe steht. Die sehr charakteristische Dauercyste mit ihrer netzigen Wandskulptur und dem einzigen großen Fetttropfen im Innern (1888, Taf. I Fig. 1 f., 17, 19, 20) bietet ganz das Bild einer Chytridiaceen-Dauerspore und dies ist um so mehr der Fall, als sie nicht innerhalb einer Cyste gebildet wird, demnach nicht in einer Cystenhülle liegt. Auch geht der große Fetttropfen — ganz so wie bei den Chytridiaceen — durch das sukzessive Zusammenfließen zahlreicher kleiner Fetttröpfchen hervor. Die amöboiden Schwärmer — deren Bildungsweise leider nicht geschildert wurde — besitzen zwar ebenfalls wie diejenigen der Chytridiaceen eine einzige Geißel, die aber bei der Bewegung nicht nachgeschleppt wird, sondern vorangeht; dann zeigt ihr Körper nicht den Typus der Chytridiaceen-Schwärmer, denn er erinnert mit seinen zahlreichen kleinen Fetttröpfchen mehr an die Schwärmer der *Pseudospora*-Arten, bei denen aber die Geißel nicht vorangeht (siehe 1888, p. 2, Taf. I Fig. 2—5).

Die andere *Ectobiella*-Art de Bruyne's, *Ectobiella Plateaui* hingegen (1890, p. 71—74, Taf. IV Fig. 1—13), besitzt Schwärmer mit zwei gleichlangen apicalen Geißeln. Mit dem etwas pseudopodiumartig zugespitzten Hinterende heftet sich der Schwärmer an die Oberfläche von *Licmophora* an und durchdringt mit diesem den Panzer der Diatomee und wächst zu einem extramatricalen, nackt bleibenden, rundlichen Plasmakörper heran, indem er aus dem Innern der Wirtszelle die Nahrung bezieht. De Bruyne hebt es mit besonderem Nachdruck hervor (1890, p. 73), daß keine geformten Nahrungskörper mit Hilfe dieses (etwas rudimentären) Pseudopodiums in das Innere des Parasitenkörpers resp. in dessen Plasma aufgenommen und dort verdaut werden, sondern daß hier die Verdauung superfiziell, d. h. sogleich an der Oberfläche des intramatricalen Teiles erfolgt, die übrigbleibenden, braunen, körnchenförmigen, unverdauten Nahrungsreste an der Basis des Parasitenkörpers im Lumen der Diatomeenzelle sich ansammeln und in eine zartwandige Blase zu liegen kommen. Die Genese dieser Blase ist mir jedoch (wenn man die Richtigkeit der obigen Angabe de Bruyne's betreffs der Ernährungsweise anerkennt) völlig unklar; wir er-

halten darüber durch den Autor leider keine Aufklärung. In diesem Punkte ist aber Klarheit um so mehr Erfordernis, da das Vorhandensein dieser Blase im offenen Widerspruch steht zu der von de Bruyne mit großer Entschiedenheit behaupteten Ernährungsweise dieses Organismus. De Bruyne weist in bezug auf diese Blase darauf hin, daß bei *Vampyrella vorax* var. *dialysatrix* Wahrlich (sowie bei seiner *Pseudospora edax*) ein ähnlicher Fall superfizieller Ernährung vorliegt (1890, p. 92). Nun aber befindet sich bei diesen letzterwähnten Wesen, welche die geformte Nahrung in das Innere ihres Plasmaleibes aufnehmen und dort verdauen, diese Blase mit den unverdauten Ingestaresten von allem Anfang an innerhalb des Plasmakörpers und ist nichts anderes als eine um die Nahrungsvakuole abgeschiedene persistierende Membran, wie sie ausnahmsweise auch bei *Aphelidium melosirae* auftritt (siehe oben S. 41).

Diese beiden *Ectobiella*-Arten de Bruyne's würden sich also seiner Darstellung nach nicht animalisch ernähren und hierin liegt ein Moment von hoher phylogenetischer Bedeutung. Die zuerst beschriebene (1888) *Ectobiella Bambekii* (= *Bambekia cornuviospora* im Register von 1888, p. 821) mit ihren eingeißeligen Schwärmern wäre also bereits in die Chytridineen-Reihe zu stellen; die zweigeißelige *Ectobiella Plateaui* aber (1890) läßt sich hier um so weniger unterbringen, als sie durch die zweifellos vorhandenen Nahrungsresidua animalischer Ernährung im höchsten Grade verdächtig erscheint. Diesen Umständen zufolge müßte man sie — dem Prioritätsprinzipe gemäß — eigentlich aus der Gattung *Ectobiella* ausschließen, für sie ein neues Genus schaffen, das *Podoprocta* heißen mag und das seinen Platz in der zweigeißeligen Reihe findet (siehe meinen Stammbaum auf S. 39). Beide Formen — insbesondere *Podoprocta Plateaui* — wären aber noch eingehenderen Untersuchungen anzuempfehlen, um so mehr als ihre Entwicklungsgeschichte nur fragmentarisch bekannt geworden ist. Ich selbst hatte leider nicht das Glück, diesen Organismen zu begegnen, sie aus eigener Anschauung kennen zu lernen.

Olpidiopsis Oedogoniorum (de Wildeman) mihi.

(Taf. 4 Fig. 199—207c; Taf. 5 Fig. 207d—208.)

Der auf der Oberfläche einer *Oedogonium*-Zelle sich festsetzende Schwärmer kugelt sich zu einem kleinen ca. 4 μ im Durchmesser haltenden, von mattglänzenden, weißlichen homogenen Plasma er-

füllten Körper ab, der ein oder einige stärker lichtbrechende Körnchen (Tröpfchen) enthält. Dieser Keimling treibt nun an der dem Substrat zugewendeten Seite einen ziemlich dicken Fortsatz, der, bevor er in die Wirtszelle eindringt, etwas kugelig anschwillt, so daß nun der sanduhrförmige extramatricale Keimling aus zwei Teilen besteht; der untere kleinere, der Wirtszellmembran unmittelbar aufsitzende, etwa halbkugelige resp. sphaeroidale ist das sekundär entstandene Appressorium, der obere, größere, kugelförmige, der Körper des zur Ruhe gekommenen Schwärmers (Taf. 4 Fig. 199). Nach der Durchbohrung der Wirtszellenmembran tritt der Inhalt des extramatricalen Keimlings in die *Oedogonium*-Zelle über, und in dem Maße als der Keimling sich entleert, vergrößert sich die der Wand anliegende, im Lumen des ehemaligen Schwärmers entstehende Vakuole. Der leere, zartwandige, extramatricale Teil des Keimlings verschwindet alsbald und an der Außenfläche der von diesen Organismus befallenen *Oedogonium*-Zelle ist der Rest des Keimlings nicht mehr auffindbar. Das in das Innere der *Oedogonium*-Zelle eingedrungene Parasitenplasma wird jedenfalls, wie bei *Olpidiopsis Schenkiana* (wo infolge der größeren Dimensionen der *Spirogyra*-Zelle und der günstigeren Beobachtungsverhältnisse die Sache klar zu verfolgen ist), zu einem kleinen, im allerersten Stadium nackten, vom Wirtsplasma umhüllten Plasmaklümpchen, das von der Wand der Wirtszelle sich ablösend, als vollkommen frei schwebender Körper in den Saftraum der Zelle gelangt (Taf. 4 Fig. 195) und hier, vielleicht auch von Plasmaströmungen bugsiert, in die Nähe des Zellkernes gelangt und dort liegen bleibt (Taf. 4 Fig. 196). Dieser intramatrikale Plasmaklumpen ist jedoch keine „Amöbe“ (obwohl er bei *Olpidiopsis Schenkiana* lebhafte, fluktuierende Umrißänderungen zeigt); insbesondere eine Vermischung des Parasitenplasmas mit demjenigen der Wirtszelle findet durchaus nicht statt; der noch augenscheinlich nackte, parasitische Keim bleibt vielmehr von allem Anfange an streng gesondert und umgibt sich schon, noch bevor er zu wachsen beginnt mit einer Membran. Als die jüngsten Stadien erscheinen kleine, ovale Zellchen, welche auch zu mehreren (bei Mehrfach-Infektion) bis zu 5, in einer *Oedogonium*-Zelle vorhanden sein können (Taf. 4 Fig. 200) und wie bereits vordem erwähnt, innerhalb des Plasmaschlauches, vorzugsweise in der Nähe des Zellkernes liegen. Zunächst alterieren sie die Wirtszelle in keiner sichtbaren Weise. Sie bestehen aus homogenen, hyalinen, mattglänzenden Plasma und enthalten einige wenige, stark lichtbrechende Brocken (Fett?) (Taf. 4 obere Zelle der Fig. 200). Dann wachsen

sie zu blassen, gestreckten, oblongen Zellen heran, die ganz frei, ohne an einem Infektionsfaden zu hängen (Unterschied von *Lagenidium Oedogonii*), im Lumen der nunmehr abgetöteten *Oedogonium*-Zelle liegen (Taf. 4 Fig. 200, 207a—c und Taf. 5 Fig. 207d). Zumeist gelangt nur ein Parasit, seltener zwei, in einer Wirtszelle zur vollen Entwicklung. In dem mattglänzenden, hyalinen, homogen Plasma mehren sich die groben, stark lichtbrechenden und fettglänzenden Brocken, auch treten einige undeutliche Vakuolen auf, oder es finden sich — wie bei *Olpidiopsis Schenkiana* — rundliche, mattglänzende, stärker lichtbrechende Körperchen (Scheibchen) in einfacher Schicht und dazwischen dunkle, stark lichtbrechende Körnchen. Mit dem Übergang in das sporangiale Stadium vermehren sich die Fett(?)brocken und diese werden nun in gleichmäßigerer und feinkörnigerer Form im Plasma verteilt. Später erscheint das glänzend feinkörnige Plasma von undeutlichen Vakuolen? scheckig (Taf. 4 Fig. 200 bei a). Jetzt wächst auch der Entleerungshals des Sporangiums hervor. Die Vakuolen werden deutlicher, schärfer umschrieben, es wechselt ihre Form und Anordnung allmählich und oft erscheinen sie in einer Reihe nebeneinander liegend (Taf. 4 Fig. 201a). Benachbarte fließen zusammen und es entsteht auf diese Weise zumeist ein einheitlicher, unregelmäßig begrenzter, zentraler Saftraum (Taf. 4 Fig. 201b). Der scharfe Umriß dieses zentralen Saftraumes zeigt fortwährend langsame Veränderungen, die zentrale Vakuole führt gewissermaßen amöboide Gestaltveränderungen aus (Taf. 4 Fig. 202). In dem weißlich glänzenden von gleich großen Körnchen durchsetzten, ziemlich feinkörmigen Plasma ist eine Sonderung in einzelne Portionen (Schwärmeranlagen) deutlich nur in jenen (mehr Ausnahms-) Fällen zu erkennen, wenn auch die primären Schwärmer (nach dem *Achlya*-Typus) entwickelt werden; dann sieht man die zukünftigen Schwärmer als abgegrenzte, von einer Reihe von Körnchen umgebene Portionen, mit heller körnchenfreier Mitte, jedoch auch nur bei aufmerksamer Beobachtung und bei Anwendung von homogener Immersion (Taf. 4 Fig. 203). Die hellen Räume der Schwärmeranlagen verleihen alsdann dem Plasma bei schwächerer Vergrößerung ein scheckiges Aussehen, indem sie als vakuolenähnliche Flecke erscheinen. In den meisten Fällen jedoch ist die Sonderung in die Schwärmeranlagen auf diesem Stadium nur sehr undeutlich, sozusagen nicht zu erkennen. Unter steter, langsamer oder rascherer Kontraktion verschwindet nun der zentrale Saftraum. Waren die Schwärmeranlagen erkennbar, so schwellen sie nun bis zur lückenlosen Berührung auf (Taf. 4 Fig. 204), sie sind nur un-

deutlich erkennbar, nichtsdestoweniger aber vorhanden. Sonst ist in anderen Fällen keinerlei Sonderung zu erkennen und das gleichmäßig feinkörnige Plasma zeigt ein etwas glasiges, glänzendes Aussehen. Es ist dies der sog. „Homogene Zustand". Bald aber werden die Grenzen der Schwärmeranlagen wieder deutlicher und der das ganze Lumen des Sporangiums erfüllende Inhalt nimmt ein mehr traubiges, in solchen Fällen, in welchen Schwärmeranlagen deutlich nicht erkennbar waren, bloß ein chagriniertes Aussehen an, ja auch hier werden bisweilen stellenweise Umrisse von Portionen sichtbar. Kontraktile Vakuolen scheinen nicht aufzutreten. Endlich erfolgt die Entleerung des Zoosporangiums. In Form mehr oder weniger distinkter, jedoch nicht individualisierter Portionen (rudimentäre primäre Schwärmer) fließt im ruhigen Flusse, ohne irgendeine Spur schwärmender Bewegung, der Inhalt des Sporangiums aus, um sich vor der Mündung des Entleerungshalses zu einer rundlichen, jedoch vom ersten Augenblicke an an ihrer Oberfläche höckerförmige Erhebungen zeigenden Masse anzusammeln. Die Zerklüftung dieser Masse in Portionen wird alsbald immer deutlicher, ohne daß die Masse Bewegung zeigen würde. Erst dann, wenn die Portionen schon scharf gesondert hervortreten, beginnt das Hervorwachsen der Geißeln und der Haufen beginnt sich langsam drehend und schaukelnd zu bewegen. Mit dem Fortschreiten der Geißelausbildung wird die Bewegung der Schwärmer nach und nach lebhafter, einige an der Peripherie liegende beginnen sich bereits zu entfernen, ohne noch ihre volle Beweglichkeit erlangt zu haben. Die Schwärmer sind 5 μ lang, von der Fläche gesehen oval; ihre Rückenfläche ist gewölbt; sie haben einen hellen Fleck, jedoch keine besonders scharf ausgeprägte ventrale Furche; an der abgeflachten Bauchseite entspringen zwei, anscheinend gleich lange, seitlich inserierte Geißeln. Der Körper besteht aus hyalinem, einige glänzende Körnchen enthaltenden Plasma. Die voll beweglichen Schwärmer zeigen eine etwas unstete, tänzelnde Bewegung, welche häufig mit kreisenden Schwimmen abwechselt. Die hintere, nachgeschleppte Geißel zeigt bogenförmige Krümmung und ein Schlag ihrerseits bewirkt eine Richtungsänderung, was sehr oft stattfindet. Man sieht, daß diese nach dem *Pythium*-Typus gebildeten Schwärmer, die direkt gebildeten sekundären Schwärmer sind.

In anderen Fällen verlassen die Schwärmer als deutlich gesonderte, individualisierte Portionen das Sporangium, führen vor der Mündung des Entleerungshalses einige zuckende-schwärmende Bewegungen aus und haben eine gestreckte Gestalt. Aber alsbald

kontrahieren sie sich zur Kugel und man erkennt jetzt deutlich zwei kurze, etwa körperlange Geißeln, welche noch schlängelnd-schwingende Bewegungen ausführen, den Körper aber nicht mehr in Bewegung zu versetzen vermögen (Taf. 4 Fig. 205). Hierauf verschwinden die Geißeln und die hier zur Ausbildung gelangten primären Schwärmer liegen nach einer, wenige Augenblicke währenden Schwärmperiode, abgekugelt, zu einem maulbeerartigen Haufen gruppiert, bewegungslos vor der Mündung des Entleerungshalses. Diese Schwärmercysten bestehen aus hyalinen, homogenen Plasma, welches einige wandständige, stärker lichtbrechende, bläulich glänzende Körnchen (Fett?tröpfchen) enthält. Diese Fetttröpfchen fließen nachher wohl teilweise zusammen, denn ihre Größe nimmt zu, während ihre Zahl vermindert erscheint, so daß später nur einige wenige sichtbar sind (Taf. 4 Fig. 206). Der Durchmesser dieser Schwärmercysten beträgt 3 μ. Etwa gute zwei Stunden nach der Encystierung verläßt der Inhalt dieser Zellen abermals als Schwärmer die Cyste, die zarte Haut zurücklassend. Die beiden Geißeln dieser sekundären Schwärmer sind zirka doppelt so lang als der 5 μ lange Körper. Da die zahlreichen Fetttröpfchen der primären Schwärmer während des Cystenstadiums zusammenfließen, so kommt es vor, daß sehr oft die sekundären nur einen einzigen stark glänzenden Fettklumpen im hyalinen Plasma als auffallenden Inhaltsbestandteil führen. Die Bewegung dieser sekundären Schwärmer ist lebhaft.

Die diplanetischen Schwärmer werden demnach bald nach dem *Pythium*-, bald nach dem *Achlya*-Typus gebildet.

Charakteristisch und für die Unterscheidung von den ebenfalls in den vegetativen Zellen von *Oedogonium* vorkommenden, sich ähnlich verhaltenden, nachher näher zu behandelnden *Lagenidium Oedogonii* mihi wichtig, ist die Gestalt des Zoosporangiums und die Beschaffenheit seines Entleerungshalses. Der völlig frei im Lumen der *Oedogonium*-Zelle liegende Vegetationskörper wird holokarpisch zu einem einzigen Zoosporangium von oblongen, dick spindelförmigen (Taf. 4 Fig. 200, 207 a, b) oder einseitig abgeflachten und sanft eingebogenen, also nierenförmigen Umriß (Taf. 4 Fig. 207 c) mit stumpfgerundeten Enden, dessen Länge 15—36 μ, dessen Dicke 6—8 μ beträgt. Seltener ist das Sporangium mehr dick-schlauchförmig. Stets fehlen kräftigere, buchtige Aussackungen oder plumpe, kurze Äste, der Umriß ist immer ziemlich regelmäßig, geglättet. Der fast ausnahmslos in Einzahl entwickelte, kurze Entleerungshals von 4—6 μ Länge und 3—4 μ Weite ist meist nicht genau cylindrisch,

sondern distalwärts etwas verschmälert (fingerförmig) und ragt stets nur äußerst wenig über das Niveau der Wirtszellwand hervor (Taf. 4 Fig. 207 a—c; Taf. 5 Fig. 207 d). Das Loch, welches er mit seiner äußersten Spitze in die *Oedogonium*-Membran bohrt, ist bei weitem kleiner als seine sonstige Dicke, und indem sein extramatricaler Teil sich wieder etwas erweitert, stellt dieser ein winziges, über die Oberfläche der *Oedogonium*-Membran ein wenig hervorragendes Trichterchen dar (Taf. 4 Fig. 207 b, c). Der Entleerungshals entsteht ferner immer in der Mitte der Seitenwand, selten um ein Geringes von dieser Stelle verschoben; bei nierenförmigen Sporangien an der konvexen Fläche (Taf. 4 Fig. 200, 201, 207 a—c; Taf. 5 Fig. 207 d).

Die Dauersporen dieser *Olpidiopsis*-Art sind rundlich, kugelig, sie haben eine dicke, glatte, farblose Membran; ihr Inhalt zeigt wandständige, ziemlich gleichgroße, stark lichtbrechende Fett(?)-kügelchen und in der Mitte einen exzentrischen, großen, rundlichen, mattglänzenden Fettkörper (Taf. 5 Fig. 208 a, b). Der Bau stimmt also mit denjenigen der Ancylistineen- und Saprolegnicaeen-Oosporen überein. Die einzige Dauerspore liegt im Innern einer zartwandigen, außer ihr keinerlei Inhalt führenden Zelle von der Gestalt der Zoosporangien und füllt deren Lumen bei weitem nicht aus (Taf. 5 Fig. 208 a). Mit dieser, die Dauerspore einschließenden Zelle fest verbunden, findet man (anscheinend immer) eine kleinere, leere Zelle von ebenfalls gewöhnlicher Gestalt (Taf. 5 Fig. 208 a), welche in einem Falle mit einem schnabelförmigen Fortsatz angeheftet war (Taf. 5 Fig. 208 b). Die Dauerspore ist also allem Anschein nach das Produkt eines Geschlechtsaktes und entsteht wie bei den Ancylistineen durch die Vereinigung des gesamten Inhaltes zweier, einzelliger Individuen. Das die Dauer- resp. Oospore in sich einschließende weibliche Individuum wird zum Oogonium (♀), das mit ihr verbundene (völlig entleerte) männliche, fungiert als Antheridium (♂). Periplasma ist hier nicht vorhanden. Die Keimung dieser sexuell erzeugten Dauersporen ist unbekannt.

Olpidiopsis Oedogoniorum (de Wildeman) Scherff. wurde von Sorokin in Form eines entleerten Zoosporangiums in Asien bei Taschkend entdeckt (1883) und 1889 in der Revue mycologique (Vol. XI p. 84 tab. LXXX [V] fig. 99) veröffentlicht. In richtiger Weise vermutete er, daß es sich hier um eine *Olpidiopsis* handelt. Da er jedoch nur das leere Sporangium kannte und demzufolge die Sache nicht sicher war, bezeichnete er diese Form in korrekter Weise, nur mit einem Fragezeichen als *Olpidiopsis? fusiformis* var

Oedogoniorum SOROKIN. FISCHER (1892, p. 32) führt diese Form als eine zweifelhafte Olpidiee an, und meint, es liege hier wahrscheinlich *Olpidium entophytum* vor. DE WILDEMAN, der sie in Frankreich (bei Nancy) wiederfand (1894, p. 154, Pl. VI, fig. 9 et 10), bezeichnet sie, obwohl er die Schwärmer nicht gesehen hatte, in ganz bestimmter Weise als *Olpidium Oedogoniorum* (SOROKIN) DE WILDEMAN und neuestens folgte von MINDEN (1915, p. 243) dem Vorgehen DE WILDEMAN's. Ich fand diesen Parasiten seit dem Jahre 1897 in dünneren *Oedogonium*-Fäden in der Umgegend von Igló einigemal. Wie man aus dem Voranstehenden sieht, bestätigte sich die Vermutung SOROKIN's. Bei den eingeißeligen Chytridiaceen, wohin FISCHER und DE WILDEMAN diese Form versetzten, befindet sie sich an vollkommen falscher Stelle; mit den Olpidiaceen hat sie nichts anderes gemein als eine rein äußerliche Ähnlichkeit der Zoosporangien und die endoparasitische Lebensweise.

Olpidiopsis Oedogoniorum vereinigt in sich Charaktere von *Olpidiopsis* und *Lagenidium* in einer Weise, daß es nicht leicht ist zu sagen, zu welcher von diesen beiden Gattungen sie eigentlich gehört; es handelt sich hier um ein Bindeglied, um eine zwischen beiden stehende, intermediäre Form. Mit *Lagenidium* hat dieser Organismus die Bildungsweise der Zoosporen — die zumeist nach dem *Pythium*-Typus gebildet werden dürften (da sich leere Hüllen vor der Mündung der Entleerungshälse meistens nicht finden) —, die das Lumen des Oogoniums nicht ausfüllende, aus dem gesamten Inhalt zweier Geschlechtsindividuen, mithin dioezisch gebildete, einzige, periplasmalose Oospore gemein. Andererseits ist die Gestalt des Vegetationskörpers resp. Zoosporangiums derart *Olpidiopsis*-ähnlich, daß auf Grund derselben bereits SOROKIN diesen Organismus als eine *Olpidiopsis*-Art ansprach und dann entwickelt sich derselbe, in Übereinstimmung mit *Olpidiopsis*, vollkommen frei im Lumen der Wirtszelle, denn ein Infektionsfaden, wie ihn die *Lagenidium*-Arten des öfteren zeigen, ist hier nicht vorhanden. Strenge genommen haben wir es in dieser Zwischenform mit einer solchen zu tun, die ihrem Wesen (der Sporenbildung) nach *Lagenidium* näher steht, als *Olpidiopsis*. Wenn ich nun trotz dieser Erkenntnis, sie als *Olpidiopsis* bezeichne, so geschieht dies erstens aus Prioritätsrücksichten und dann mit bezug auf die gestaltliche Übereinstimmung mit dieser Gattung.

Lagenidium Oedogonii SCHERFF.

(Taf. 5 Fig. 209—219.)

Eine kurze, lateinische Diagnose dieses Organismus hatte ich bereits 1902 (p. 105) und auch NÖVÉNYTANI KÖZLEMÉNYEK (I. Bd.

1902 p. 109) gegeben. Wenn ich nun hier denselben eingehender schildere, so geschieht dies deshalb, weil ich mich vordem einigemal auf ihm berief, dann aber weil v. Minden (1915 p. 439) mir den Vorwurf machte, er sei „ungenau bekannt" und da Abbildungen von demselben bisher nicht gegeben wurden.

Nach nicht langem Schwärmen kommt die Zoospore an der Oberfläche eines *Oedogonium*-Fadens zur Ruhe, indem sie sich zitternd, gleichsam die Oberfläche der Wirtszelle betastend, endlich mit ihrer Bauchfläche (welche die beiden Geißeln trägt) sozusagen an der *Oedogonium*-Zelle festsaugt, etwa wie wenn man die auf einem Tisch flach aufgelegte Hand langsam zur Faust ballt. So entsteht ein überhalbkugeliger, mit flacher Basis der *Oedogonium*-Zelloberfläche aufliegender Körper von ca. 5 μ Diam. und 4 μ Höhe, welcher dicht von grauem, granuliertem Plasma erfüllt ist, der Keimling (Taf. 5 Fig. 209a). Später erscheint das Plasma mehr homogen, weißlich glänzend und zeigt einige stärker lichtbrechende, größere runde Kügelchen (Fetttröpfchen?) (Taf. 5 Fig. 209b). Zwischen dem Körper des ehemaligen Schwärmers und der *Oedogonium*-Membran entsteht alsdann auch hier ein anschwellender Fortsatz, ein rundliches, etwa halbkugeliges „Appressorium", so daß der extramatricale Keimling Sanduhrform erhält (Taf. 5 Fig. 209c). Nun wird die Membran der *Oedogonium*-Zelle durchbohrt und in dem Maße als der Keimling seinen Inhalt in das Innere der Wirtszelle entleert, vergrößert sich die mit dem Beginn seiner Entleerung auftretende, meist wandständige Vakuole in seinem Innern. An der Eintrittsstelle des Parasiten verdickt die *Oedogonium*-Zelle zur Abwehr des Angriffes hügelförmig ihre Membran; das grüne, chromatophorführende Plasma hat sich daselbst etwas von der Wand zurückgezogen und eine Ansammlung von farblosem, granuliertem *Oedogonium*-Plasma ist als Reaktion der Zelle an der gefährdeten Stelle deutlich erkennbar (Taf. 5 Fig. 209b). Glückt dem Parasiten das Eindringen, durchbohrt er auch diesen Schutzhügel der *Oedogonium*-Zelle, so dringt er mit einem feinen Infektionsfaden in das Innere der Wirtszelle ein, an dessen Ende ganz plötzlich, unvermittelt der voluminöse Vegetationskörper entsteht. So erscheint das aus demselben hervorgehende Sporangium im Innern der Wirtszelle mit einem feinen Faden (i), der nachher gänzlich aus Membransubstanz besteht, vollkommen homogen erscheint und auch weiterhin erhalten bleibt an der Wirtszellenmembran gewissermaßen aufgehängt (Taf. 5 Fig. 216c, d, g). Die Membran des entleerten extramatricalen Keimlings bleibt eine Zeitlang erhalten, um endlich zu verschwinden

(Taf. 5 Fig. 213k). Der intramatricale Vegetationskörper, der holocarpisch zu einem einzigen Sporangium wird und sich stets auf eine einzige Wirtszelle beschränkt, stellt einen mehr oder weniger unregelmäßig geformten, voluminösen Körper (Taf. 5 Fig. 210a, b; 211) oder einen dicken, oft stellenweise die Breite der Wirtszelle erreichenden, mit unregelmäßigen, buchtigen Aussackungen versehenen (Taf. 5 Fig. 213, 216f, g), ja bisweilen einige kurze, plumpe Äste treibenden Schlauch dar (Taf. 5 Fig. 216a), der zumeist viel kürzer als die Wirtszelle, zuweilen wurmartig zusammengekrümmt ist (Taf. 5 Fig. 216b). Gelangen in einer *Oedogonium*-Zelle zwei Sporangien zur Ausbildung, so handelt es sich um zwei selbständige Individuen; eine Teilung des Vegetationskörpers findet nicht statt. Mehrfache Infektion kommt vor.

Der Parasit übt alsbald eine deletäre Wirkung auf den Zelleib seines Wirtes aus; der Chromatophor erscheint desorganisiert und im Wandbeleg der *Oedogonium*-Zelle erscheinen zuerst reichlich kleine, braune Klümpchen, wohl Zersetzungsprodukte des Chlorophylls (Säurewirkung?) (Taf. 5 Fig. 210b). Von den Chromatophoren bleiben überhaupt nur formlose braune Reste zurück, während das Plasma und die Stärke der *Oedogonium*-Zelle mehr oder weniger vollständig, jedenfalls zum größten Teile aufgezehrt wird (Taf. 5 Fig. 213, 216b).

Der jugendliche Parasitenkörper erscheint als eine nahezu homogene, dichte, weißglänzende Masse mit einigen wenigen stärker lichtbrechenden eingesprengten Körperchen (Taf. 5 Fig. 210a), in der manchmal rundliche, große, zart konturierte, weiß- und fettglänzende Schollen, wie dies für die Ancylistineen charakteristisch ist, dicht aneinandergedrängt zu erkennen sind (Taf. 5 Fig. 210b). Nachher treten größere, unregelmäßig konturierte, dunkle, starklichtbrechende Körnchen auf, d. h. der Inhalt wird stark grobkörnig. Vakuolen fehlen in diesem Stadium. Später erscheint der Plasmaleib von dunklen, kleinen Körnchen gleicher Größe dicht- und feinkörnig und zwischen den Körnchen treten helle Flecken auf, wahrscheinlich sind dies die Zellkerne (scheckiger Zustand). Nun erscheinen in der Mitte der Zelle, durch dünne Plasmalamellen voneinander geschieden, in einer Reihe nebeneinanderliegend, scharf umgrenzte, große, bisweilen unregelmäßig gestaltete Vakuolen auf (schaumiger Zustand, „stade écumeux"), die später mehr oder weniger zu einem einheitlichen oder aus einigen Teilen bestehenden Saftraum zusammenfließen (Taf. 5 Fig. 211, 212a, b). Auf diesem Stadium oder schon etwas früher ist bereits der Entleerungshals

des Sporangiums hervorgewachsen. Die Körnchen des plasmatischen Wandbelages zeigen deutliche netzartige Anordnung und umgeben helle, körnchenfreie, rundliche Flecke (Taf. 5 Fig. 211). Man kann — wenigstens in manchen Fällen — deutlich die Schwärmeranlagen erkennen, die in ihrem Umriß körnig, in ihrer Mitte hell und körnchenfrei erscheinen und durch schmale, körnchenfreie, ein polygonales Netzwerk bildende Zwischenräume getrennt werden; die in der Seitenansicht als dunkle, die Plasmaschicht durchsetzende, bis an die Oberfläche gehende Linien (Spalten) erscheinen.

Der Inhalt des entleerungsreifen Zoosporangiums verhält sich auch hier (wie bei *Olpidiopsis oedogoniorum*) verschieden.

Wahrscheinlich in der Mehrzahl der Fälle fließt er im kontinuierlichem Flusse durch den Entleerungshals aus und sammelt sich vor dessen Mündung (in eine allmählich verquellende Blase, die durch Dehnung aus der an der Spitze des Entleerungshalses auch hier vorhandenen, dichten, stark glänzenden Kappe hervorgeht, eingeschlossen) zu einer anscheinend homogenen rundlichen Plasmamasse, welche anfangs eine langsam wallende, amöboide Bewegung zeigt (Taf. 5 Fig. 214a) und dann in die Schwärmer zerklüftet wird (Taf. 5 Fig. 214b). Die Schwärmer besitzen typische Traubenkerngestalt; von der Fläche gesehen erscheinen sie etwas schief eiförmig mit einer seichten asymmetrischen Ausbuchtung am Hinterende (Taf. 5 Fig. 215b); von der Seite gesehen sind sie birnförmig, am Vorderende schnabelförmig zugespitzt, am Hinterende bauchig angeschwollen; die Rückenfläche ist gewölbt, die Bauchseite mehr abgeplattet und mit einer Längsfurche versehen. Die beiden ungleich langen Geißeln entspringen seitlich, an der Bauchfläche in deren Furche (Taf. 5 Fig. 215a). Der Schwärmer besteht aus gleichmäßig granuliertem Plasma und an der Insertionsstelle der Geißeln ist ein heller, körnchenfreier, rundlicher Fleck deutlich zu erkennen (Taf. 5 Fig. 215a, b). Kontraktile Vakuolen sah ich nicht, möchte aber nicht behaupten, daß sie tatsächlich fehlen. Wie man sieht, werden in diesen Fällen die Schwärmer, wie bei den Ancylistineen überhaupt und vorherrschend, nach dem *Pythium*-Typus gebildet; es sind die direkt entwickelten sekundären Schwärmer und nach ihrem Wegschwimmen bleibt vor der Mündung des Entleerungshalses nichts zurück.

In anderen, auch hier selteneren Fällen, treten die Schwärmer gesondert und individualisiert aus, sammeln sich vor der Mündung des Entleerungshalses zu einem maulbeerförmigen Haufen. Im Innern des Sporangiums zeigen sie schwärmende Bewegung, be-

sitzen also ganz sicher auch Geißeln, die ich aber nicht sehen konnte. Vor der Mündung des Entleerungshalses bleiben aber die ausgetretenen (primären) Schwärmer sofort ruhig liegen und umgeben sich mit einer Membran. Die abgekugelten, aus homogenem, dichtem Plasma und einigen starklichtbrechenden Körnchen bestehenden membranumhüllten primären Schwärmer haben einen Durchmesser von 4 μ. Erst nach geraumer Zeit verläßt der Inhalt dieser Zellen als sekundärer Schwärmer die zarte Hülle, welche als leeres, kugeliges Bläschen zurückbleibt. Dieser sekundäre Schwärmer ist von demjenigen, der nach dem *Pythium*-Typus gebildet wurde, in keiner Weise verschieden; er besitzt zwei laterale Geißeln, die Traubenkerngestalt und eine Länge von 6 μ. In diesen Fällen, die auch hier den *Achlya*-Typus realisieren, kommen also auch die primären Schwärmer zur Ausbildung und vor der Mündung des Entleerungshalses findet man den Haufen der zarten, leeren Hüllen (Taf. 5 Fig. 216 g).

Auch *Lagenidium oedogonii* besitzt also, wie alle der Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe angehörenden Formen diplanetische Schwärmer.

Neben der formalen Ausgestaltung des Zoosporangiums ist wie bei *Olpidiopsis oedogoniorum* der Entleerungshals für die Unterscheidung dieser beiden Formen von Bedeutung. Dieser wird hier an ganz beliebiger Stelle, manchmal selbst an einem Ende des Sporangiums gebildet (Taf. 5 Fig. 212 a, b unteres Sporangium; Fig. 216 b obere Wirtszelle). Er ist überall (auch an der Durchtrittsstelle durch die Wirtszellmembran) von derselben Weite, demnach cylindrisch, wenn auch öfters hin- und hergebogen (Taf. 5 Fig. 213, 216 c, d, e). Zumeist kurz, ragt er doch viel mehr als bei *Olpidiopsis oedogoniorum* in deutlich bemerkbarer Weise über die Oberfläche der *Oedogonium*-Zelle hervor (Taf. 5 Fig. 213, 216 a, c, g), ja nicht selten ist er sogar lang, weit hervortretend (Taf. 5 Fig. 216 e, f). Viel häufiger als bei *Olpidiopsis oedogoniorum* findet man zwei Entleerungshälse an dem stets einzellig bleibenden Sporangium (Taf. 5 Fig. 216 e, f).

Die 12—14 μ im Durchmesser besitzende Dauerspore ist, wie bei *Olpidiopsis oedogoniorum*, rundlich, kugelig und hat eine 2 μ dicke, glatte, farblose Membran. An der Innenfläche derselben findet sich eine Lage grober, starklichtbrechender Körner (nicht Kügelchen wie bei *Olpidiopsis oedogoniorum*) und im Innern liegt exzentrisch ein großer, runder Körper von mattem Fettglanz (Taf. 5 Fig. 217 a, *osp*). Sie zeigt also den Charakter einer Saprolegniaceen-Ancylistineen-

Oospore. Auch hier liegt sie, wie bei *Olpidiopsis oedogoniorum*, lose im Lumen einer zartwandigen Zelle von unregelmäßiger, den Typus der Art zeigenden Gestalt, welche sie bei weitem nicht ausfüllt (Taf. 5 Fig. 217a, b). Auch hier haftet der sie einschließenden Zelle eine andere, oft schlauchförmig gestreckte von geringerer Größe an (Taf. 5 Fig. 217a, b), die meist völlig leer ist oder nur minimale Reste einer ihrer Wand anklebenden, stark glänzenden Substanz enthält (Taf. 5 Fig. 217b, *an*). Die stets in Einzahl gebildete periplasmalose Oospore wird also auch hier jedenfalls sexuell und zudem diöcisch durch Verschmelzen des gesamten Zellinhaltes zweier, geschlechtlich differenzierter Individuen erzeugt. Das größere weibliche Individuum wird auch hier zum *Oogonium*, das ihm anhaftende kleinere fungiert als *Antheridium*. Die Keimung der Oosporen ist unbekannt.

Am 13. Juli 1913 fand ich in einem typischen, sackartige Ausbuchtungen aufweisenden einzelligen Thallus unseres Organismus eine einzige, 18 μ im Durchmesser besitzende kugelige Dauerspore mit dünnerer (nur 1 μ dicker), bräunlich gefärbter Membran, die von stäbchenförmigen, 2 μ langen Stacheln dicht bedeckt war. Parietal lag eine Schicht von dichtem, glänzendem Plasma mit nach innen unregelmäßiger, welliger Begrenzung und im Zentrum der 12 μ große, nicht genau kugelige, sondern etwas unregelmäßig umrissene, nicht dunkel konturierte, mattglänzende Fett(?)körper (Taf. 5 Fig. 218). Auch diese stachelige, braune Dauerspore zeigt mithin den Bau der Saprolegniaceen-Dauersporen. Die Gegenwart einer antheridialen Zelle konnte (der nicht günstigen Beobachtungsverhältnisse wegen) nicht sicher festgestellt werden. Gehört auch diese Dauerspore unserem Organismus an? Ich möchte meinen: nein. Nicht die Bestachelung, nicht die geringere Dicke und die bräunliche Farbe der Membran ist es, die mich dazu bewegt, diese aufgeworfene Frage verneinend zu beantworten, sondern die körnigen, krümeligen Residua, die sich — obgleich nicht in bedeutender Menge — außerhalb dieser Spore im Lumen der sie einschließenden *Lagenidium*-Zelle fanden. Das Vorhandensein derselben steht im Widerspruch mit der Bildungsweise einer Ancylistineen-Dauer- resp. Oospore, wie denn auch bei den vordem geschilderten glatt- und dickwandigen, farblosen Dauersporen keine derartigen Reste im *Oogonium* sichtbar waren. Wahrscheinlicher ist es daher, daß diese stachelige, braune Dauerspore einem Parasiten aus der Reihe der stammesverwandten Monadinen angehört, der in den Vegetationskörper von *Lagenidium oedogonii* eingedrungen war und hier diese Dauerspore bildete.

Ende Juli desselben Jahres fand ich ferner noch eine andere überaus interessante Bildung bei diesem *Lagenidium*, die hier nicht unerwähnt bleiben möge (Taf. 5 Fig. 219). Der augenscheinlich verdichtete Inhalt eines wurmförmig zusammengekrümmten Vegetationskörpers hatte sich in einem Teil zurückgezogen und durch Querwände von dem so entleerten Teile abgegrenzt. Dieser von groben, rundlichen, gleichgroßen, weiß- und fettglänzenden Körnern (Tröpfchen?) mosaikartig dicht erfüllte Teil des Vegetationskörpers erschien ferner durch ebene, farblose, mit scharfen Winkeln an die Seitenwand ansetzende Querwände in mehrere eckige Zellen geteilt. Auf diese Weise kam ein aus viereckigen, kurzen Zellen bestehender, kurzer und dicker Zellfaden zustande. Solche von fett(?)reichem Inhalt dichterfüllte viereckige Zellen sind aber bei einem *Lagenidium* etwas ganz Neues und es erhebt sich die Frage: als was können diese Bildungen betrachtet werden? Als Dauersporen ganz sicher nicht. Allem Anschein nach stellen sie einen Dauerzustand dar, worauf neben ihrem dichten, fett(?)-reichen Inhalt auch die dickere, doppelt konturierte Zellmembran hinweist. Ich glaube daher, daß man sie nur den „Gemmen“ der Saprolegniaceen an die Seite stellen kann, die ja auch einen Dauerzustand repräsentieren. Ist diese Deutung zutreffend, dann wäre durch das bisher unbekannt gewesene Vorkommen von Gemmen bei einer Ancylistinee eine bemerkenswerte Parallele mit den Saprolegniaceen gegeben. Das weitere Schicksal dieser *Lagenidium*-Gemmen wurde nicht bekannt.

Wie *Olpidiopsis oedogoniorum* befällt auch *Lagenidium oedogonii* nur die vegetativen, lebenden Zellen von *Oedogonium*. Während der erstere Parasit in dünnfädigeren Arten vorkommt, bevorzugt der letztere die dickeren. Aus den voranstehenden Schilderungen dieser zwei *Oedogonium*-Parasiten dürfte es bereits hervorgehen, daß diese sich einander außerordentlich nahe stehen. Insbesondere die Sporenbildung, sowohl diejenige der Schwärmer als auch diejenige der Oosporen, ja die Sporen selbst, zeigen eine derartige Übereinstimmung, daß man bei der nicht allzu großen Verschiedenheit in der Ausgestaltung des Vegetationskörpers fragen muß, durch welche Charaktere lassen sich diese beiden am besten und sichersten unterscheiden. Der Vegetationskörper resp. das Zoosporangium von *Lagenidium oedogonii* besitzt meistens eine unregelmäßige Gestalt, buchtige Aussackungen, welch letztere in solcher Deutlichkeit bei *Olpidiopsis oedogoniorum* nicht vorkommen; andererseits finden sich aber auch Sporangien, die einen geglätteten Umriß, d. h. eine regel-

mäßige Gestalt besitzen und dann versagt dieses Merkmal gänzlich (Taf. 5 Fig. 216c, d). In solchen Fällen gibt dann der Entleerungshals des Sporangiums, welcher bei *Lagenidium oedogonii* an der Durchbohrungsstelle der Wirtsmembran nicht eingeschnürt ist und deutlich über die Oberfläche der *Oedogonium*-Zelle hervorragt; ferner der Infektionsfaden (i), welcher hier das Sporangium an die Wand der Wirtszelle anheftet, Aufklärung. Übrigens wird manchmal nur die Beobachtung zahlreicherer Exemplare, insbesondere entleerter Zoosporangien, die Bestimmung sichern können.

Gödöllö, im Herbst 1924.

Literaturverzeichnis.

Atkinson, Geo (1909): Some Problems in the evolution of the lower Fungi. Annales mycologici Vol. 7.

Barett, J. T. (1912): Development and Sexuality of some Species of Olpidiopsis (Cornu) Fischer. Annals of Botany Vol. 26.

Büsgen, M. (1882): Die Entwicklung der Phycomycetensporangien. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. 13.

Bütschli, O. (1884): Protozoa. Bronn's Klassen u. Ordn. d. Tierreichs Bd. 1 Abt. 2. Mastigophora. Leipzig und Heidelberg.

— (1888): Dasselbe. Einleitung.

Butler, E. J. (1907): An Account of the genus Phythium and some Chytridiaceae. Mem. of the Department of Agriculture in India. Bot. Series Vol. 1 No. 5 Calcutta.

Chatton, E. (1907): Revue des Parasites et des Commensaux des Cladocéres. Extrait des Comptes rendus de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences. Congrès de Reims.

— (1908): Sur la reproduction et les affinitées du Blastulidium paedophthorum Ch. Perez. Compt. rend. Soc. de Biol. Paris T. 64 p. 34—36.

Cienkowski, L. (1856): Zur Genesis eines einzelligen Organismus. Bull. phys. math. Acad. imp. St. Pétersbourg T. 14 p. 261—267 Tab. 1—2.

— (1858): Die Pseudogonidien. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. I S. 371 Taf. 14 B.

— (1859): Über meinen Beweis der Generatio primaria. Bull. phys. math. Acad. imp. St. Pétersbourg T. 17 p. 81—95 1 Taf.

— (1865): Beiträge zur Kenntnis der Monaden. Arch. f. mikr. Anat. Max Schultze's Archiv Bd. 1 S. 203.

Cornu, M. (1872): Monographie des Saprolegniées. Ann. d. scienc. nat. Bot. Sér. 5 T. 15.

Dangeard, P. A. (1886): Recherches sur les organismes inférieurs. Ann. d. scienc. nat. Bot. Sèr. 7 T. 4.

— (1892): Le Polysporella Kützingii Zopf. Le Botaniste Sér. 3.

DANGEARD, P. A. (1911): Un nouveau genre des Chytridiacées. Mitochytrium ramosum. Bull. d. l. Soc. mycolog. de France T. 27.

DE BARY, A. (1863): Recherches sur le développement de quelques champignons parasites. Ann. d. scienc. nat. Bot. 4. Sèr. T. 20.

— (1881): Zur Systematik der Thallophyten. Bot. Ztg.

— u. WORONIN, M (1881 a): Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. IV. Reihe. Untersuchungen über die Peronosporeen und Saprolegnieen und die Grundlagen eines natürlichen Systems der Pilze. Sep.-Abdr. Frankfurt a. M.

DE BRUYNE, C. (1888): Über eine neue Monadine, Endobiella Bambekii. Zentralbl. f. Bakt. u. Parasitenk. Bd. 4 H. 1 S. 1—5 Taf. 1.

— (1890): Monadines et Chytridiacées parasites des Algues du Golf de Naples. Arch. de Biol. par VAN BENEDEN et VAN BAMBEKE T. 10.

DELAGE, YVES et HÉROUARD, EDG. (1896): Traité de Zoologie concrète T. 1. La cellule et les Protozoaires. Paris.

DE WILDEMAN, E. (1893): Notes mycologiques. Ann. d. Soc. belge de Microscopie. T. 17.

— (1894): Notes mycologiques. Fasc. 3. Mémoires d. Soc. belge de Microsc. T. 18.

— (1896): Notes mycologiques. Fasc. 8. Ebendaselbst T. 20.

DOFLEIN, F. (1916): Lehrbuch der Protozoënkunde. 4. Aufl. Jena (Gustav Fischer).

FISCH, C. (1884): Beiträge zur Kenntnis der Chytridiaceen. Erlangen. Habilitations-Schrift.

FISCHER, A. (1892): Phycomycetes in Rabenhorst. Kryptogamenflora von Deutschland usw. 2. Aufl. Bd. 1. Pilze. Abt. IV. Leipzig.

GILL, CH. H. (1893): On an endophytic parasite of Diatoms. Journ. of the royal microscopical society. London. p. 1—4 Pl. 1.

GOBI, C. (1884): Über die Gruppe der Amoeboideae. Arbeiten d. Petersb. naturforsch. Gesellsch. Bd. 15 p. 1—36. Referat im Bot. Zentralbl. Bd. 21 p. 35—38

GRAN, H (1900): Bemerkungen über einige Plankton-Diatomeen. Nyt. Mag. for Naturvidenskaberne Bd. 38 H. 2. Christiania p. 123 Taf. 9.

HARTOG, M. (1890): A monadine parasitic on Saprolegniae. Annals of Botany Vol. 4 p. 337—345 Tab. 22 B.

KENT, SAV. (1880): A Manual of the Infusoria. London Vol. 1.

KLEBS, G. (1892): Flagellaten-Studien I. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 55.

KLEIN, JUL. (1882): Vampyrella, ihre Entwicklung und systematische Stellung (Bot. Zentralbl. Bd. 11) und „A Vampyrella fejlödése és rendszertani állása. Magyar Tudományos Akadémia. Értekezések a természettudományok Köréböl XII. Kötet V. szám. Budapest 1882.

KUSANO, S. (1912): On the life-history and cytology of a new Olpidium with special reference to the copulation of motile isogametes. Journ. of the College of Agriculture, Imperial University of Tokyo Vol. 4 Nr. 3. Tokyo.

LAGERHEIM, G. (1900): Untersuchungen über die Monoblepharideen. Mykologische Studien II. Bihang till. Svenska Vet. Akad. Handlingar Bd. 25 Afd. 3 No. 8. Sep.-Abdr. Medd. fran Stockholms Högskola No. 199.

LOEWENTHAL, W. (1904): Weitere Untersuchungen an Chytridiaceen. II. Olpidium Dicksonii (WRIGHT) WILLE. Arch. f. Protistenk. Bd. 5.

LOTSY, J. P. (1907): Vorträge über Botanische Stammesgeschichte. I. Bd. Algen und Pilze. Jena.

Lüders, Joh. E. (1860): Einige Bemerkungen über Diatomeen-Cysten und Diatomeen-Schwärmsporen. Bot. Ztg. 18. Jahrg. Nr. 48 p. 377—380.

Magnus, P. (1905): Über die Gattung zu der Rhizophydium Dicksonii Wright gehört. Hedwigia Bd. 44 Heft 6 p. 347—349.

Minden, von (1915): Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Bd. V Chytridineae. Ancylistineae. Saprolegnineae. Berlin.

— (1916): Beiträge zur Biologie und Systematik einheimischer submerser Phycomyceten; in: Mykologische Untersuchungen und Berichte von R. Falk. Heft 2. Jena.

Oltmanns, Fr. (1904): Morphologie und Biologie der Algen. I. Aufl. Bd. 1. Jena.

Pavillard, J. (1914): Observations sur les Diatomées. Bull. de Soc. botanique de France 4. Sér. T. 14 (T. 61).

Petersen, H. E. (1905): Contributions à la connaissances des Phycomycétes marins (Chytridineae Fischer). Oversigt over det Kgl. danske Vidensk. Selsk. Forhandl. Acad. roy. d. scienc. et des lettres de Danemark. Bulletin No. 5.

— (1910): An account of Danish Freshwater Phycomycetes, with biological and systematical remarks. Annales Mycologici Vol. 8.

Pringsheim, N. (1852): Algologische Mitteilungen. Flora Bd. 35; Gesammelte Abhandlungen Bd. 3. 1896.

— (1857): Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 1; Gesammelte Abhandlungen Bd. 2. 1895.

Rattray, J. (1885): Note on Ectocarpus. Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh Vol. 32 Part. 3 p. 589—600, pl. 147 et 148.

Robertson, M. (1905): Pseudospora Volvocis Cienkowski. The Quarterly Journal of Microscopical Science. New Series Vol. 49.

Rothert, W. (1890): Die Entwicklung der Sporangien bei den Saprolegnien. Ein Beitrag zur Kenntnis der freien Zellbildung. Cohn's Beiträge zur Biol. der Pflanzen Bd. 5 p. 291—349, Taf. 10. Von hier aus läßt sich am bequemsten die gesamte, diese Frage bis 1890 behandelnde Literatur gewinnen. Polnisch in den Verhandlungen und Berichten der Krakauer Akademie 1887 Vol. 17.

Schenk, A. (1859): Achlyogeton, eine neue Gattung der Mycophyceae. Bot. Ztg. p. 398—400, Taf. 13 A Fig. 1—8.

Scherffel, A. (1901): Kleiner Beitrag zur Phylogenie einiger Gruppen niederer Organismen. Bot. Ztg. Jahrg. 59 I. Abt.

— (1902): Mycologische und algologische Notizen. Hedwigia Bd. 41; auch „Nebàny adat Magyarhon Növény-és állatvilágának ismeretéhez“ in Növénytani Közlemények I. Kötet.

Schröter, J. (1897): in Engler-Prantl: Natürliche Pflanzenfamilien. I. Aufl. I. Teil I. Abt. (Chytridineae). Leipzig.

Sorokin, N. (1883): Aperçu systématique des Chytridiacées récoltées en Russie et dans l'Asie centrale. Arch. bot. du Nord de la France T. 1, 2. Referat im Bot. Zentralbl. Bd. 21 p. 165.

— (1888): Über Algophaga pyriformis (gen. et spec. n.). Zentralbl. f. Bakt. u. Parasitenk. Bd. 4 p. 419—427, Taf. 3.

Stein, Fr. v. (1878): Organismus der Infusionsthiere. III. Abt. Flagellaten oder Geißelinfusorien. 1. Hälfte. Leipzig.

Van Heurck, H. (1899): Traité des Diatomées. Anvers.

WAGER, H. (1913): The Life-history and Cytology of Polyphagus Euglenae. Ann. of Botany Vol. 27.

WAHRLICH, W. (1889): Anatomische Eigentümlichkeit einer Vampyrella. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 7 p. 277—279, Taf. 10.

WEST, W. et WEST, G. S. (1906): A comparative study of the Plankton of some irish Lakes. Transact. of Roy. Irish Academy Vol. 33 Sect. B Part. 2 p. 77—116, pl. 6—11.

WILLE, N. (1897): Chlorophyceae. in ENGLER-PRANTL: Natürliche Pflanzenfamilien I. Teil II. Abt. (und REINSCH, P.: Ein neues Genus der Chroolepideae. Bot. Ztg. 1879).

— (1903): Algologische Notizen. XIV. Über Cerasterias nivalis BOHLIN. Nyt. Magaz. f. Naturvidenskaberne Bd. 41.

WRIGHT, E. P. (1877): On a species of Rhizophidium parasitic of Ectocarpus. Transact. of the Roy. Irish Academy Dublin Vol. 26.

ZOPF, W. (1884): Zur Kenntnis der Phycomyceten. I. Zur Morphologie und Biologie der Ancylisteen und Chytridiaceen. Nova acta der Kaiserl. Leop. Carol. deutsch. Akad. d. Naturf. Bd. 47 Nr. 4. Halle.

— (1885): Die Pilztiere oder Schleimpilze. SCHENK's Handb. d. Bot. Bd. 3 2. Hälfte. Breslau. Sep.-Abdr.

— (1885a): Zur Morphologie und Biologie der niederen Pilztiere (Monadinen). Leipzig.

— (1887): Untersuchungen über Parasiten aus der Gruppe der Monadinen.

— (1888): Zur Kenntnis der Infektionskrankheiten niederer Tiere und Pflanzen. Nova Acta der Kaiserl. Leop. Carol. deutsch. Akad. d. Naturf. Bd. 52.

— (1894): Über niedere thierische und pflanzliche Organismen, welche als Krankheitserreger in Algen, Pilzen, niederen Thieren und höheren Pflanzen auftreten. I. Woronina glomerata, ein Beitrag zur Kenntnis der thierischen Natur gewisser Synchytriaceen. Beiträge z. Physiol. u. Morphol. niederer Organismen 4. Heft. Leipzig.

Tafelerklärung.

Tafel 1.

Fig. 1—9. *Ectrogella bacillariacearum* ZOPF.

Fig. 1. Auf der Oberfläche einer *Synedra* zur Ruhe gelangter, festgehefteter Schwärmer. Vergr. 500.

Fig. 2. Wie Fig. 1; mit dem Perforationsfortsatz in die Wirtszelle eindringend. Im Schwärmerkörper erscheint mit dem Eintritt der Entleerung, d. h. dem Eindringen in die Wirtszelle die sich immer mehr und mehr vergrößernde Vakuole (v). An der Eintrittsstelle des Parasiten weicht die Chromatophorplatte der Synedra von der Wand zurück. Vergr. 500.

Fig. 3. Bereits schlauchförmig entwickelter Vegetationskörper mit dem körnigen *Saprolegina*-artigen Plasma, von den desorganisierten Chromatophoren der Diatomee umgeben. Vergr. 250.

Fig. 4a—h. Umbildung zum Zoosporangium. Aufeinanderfolgende Stadien der Schwärmerentwicklung. a) Auftreten gleichgroßer, runder, heller, vakuolenartiger



Flecke im gleichmäßig körnigen, vakuolenfreien Plasma (wahrscheinlich die Zellkerne). Scheckiger Zustand. b) Auftreten runder, scharf umgrenzter Vakuolen, die in der Mitte eine Reihe bilden. c) Gestaltsveränderung, Unregelmäßigwerden dieser Vakuolen. c_1) Beträchtliche Größenzunahme derselben. Vakuolenstadium („stade écumeux" Petersen). d) Mehr oder weniger vollständiges Zusammenfließen dieser Vakuolen; Herausbildung eines zentralen Saftraumes und plasmatischen Wandbelages wie in den Sporangien der Saprolegniaceen. e) Manifestwerden der Schwärmeranlagen im plasmatischen Wandbelag, der nach innen unregelmäßig, hügelig in den Saftraum vorspringt. Stadium der „Ballung". Die Schalen der Synedra in ihrer Mitte spindelförmig ausgebaucht und in diesem Stadium wachsen auch schon die Entleerungshälse hervor. e_1) Schwärmeranlagen stärker vergrößert, an ihrer Peripherie einige stark lichtbrechende (4—6) Körnchen führend, rund, 2 μ Diam. f) Verschwinden des zentralen Saftraumes, Aufschwellen der Schwärmeranlagen, Undeutlichwerden, ja scheinbar gänzliches Verschwinden ihrer Grenzen; das Sporangium erhält ein eigenartig glasiges Aussehen, die gleichgroßen Körnchen stark lichtbrechend und glänzend. „Homogener Zustand". g) Wieder Deutlichwerden der Schwärmer, die dicht aneinandergedrängt, hin- und herschaukelnd, wackelnd, sich zu bewegen beginnen, zwischen ihnen kann man — wenn auch undeutlich — die schwingenden Geißeln sehen. Reifer Zustand, dem die Entleerung folgt. h) Entleerte, primäre Schwärmer mit ihren sozusagen rudimentären Geißeln.

Fig. 5. Ausnahmsweise in nächster Nähe, an der Wirtszelle zur Ruhe gekommene, abgekugelte, encystierte primäre Schwärmer von 4 μ Durchmesser. In ihrem weißlich-glänzenden, glasigen Plasma meist 2 größere und einige ganz kleine, stark lichtbrechende Fetttröpfchen.

Fig. 6. Sekundäre Schwärmer mit wohl entwickelten Geißeln, nebst ihren zurückgelassenen, leeren Hüllen.

Fig. 7. Ein Fall von Mehrfach-Infektion. Vier Sporangien aus einer Wirtszelle (Synedra) in verschiedenen Stadien der Reife. Infolge der gesteigerten Konkurrenz um die Nahrung von geringer Größe und ovaler, nicht schlauchförmiger Gestalt, mit nur einem Entleerungshals (*Olpidiopsis*-Form). 1. Mit nur einer zentralen Vakuole im Vakuolenstadium. 2. Ballungsstadium mit zentralem Saftraum. 3. Fertig gebildete primäre Schwärmer im Innern. Vergr. 500.

Fig. 8. Ein ovales, entleertes Sporangium mit einem Entleerungshals, entsprechend der geringen Größe der Wirtszelle, in Meridion circulare. Schalen der Diatomee auseinanderklaffend. Vergr. 540.

Fig. 9. Entleertes Sporangium in Synedra mit 11 Entleerungspapillen und zwar 6 auf einer, 5 auf der anderen Gürtelbandseite, aus dem Spalt zwischen den auseinandergetriebenen Gürtelbändern hervorragend. Vergr. 250.

Fig. 10—19. *Ectrogella monostoma* nov. spec.

Fig. 10. Zwei Schwesterzellen von *Synedra Ulna*; die obere intakt, die andere vom Parasiten befallen. Der, einen körnigen Plasmawandbelag zeigende, saprolegniaceen-artige Schlauch zeigt bereits die spindelförmige Anschwellung, die „Schwellblase", welche die eine (jüngere) Schale der Diatomee bauchig aufgetrieben hatte. Das Plasma befindet sich in steter Verschiebung, unregelmäßiger, amöboider Formveränderung, jedoch nicht in regelrechter Strömung. Vergr. 500.

Fig. 11. *Synedra*-Panzer klaffend auseinandergetrieben; zentraler Saftraum, und hügeliger Plasmawandbelag; in diesem Stadium treten auftauchende und verschwindende Vakuolen auf (Spiel der kontraktilen Vakuolen). Vergr. 500.

Fig. 12. Schwärmeranlagen durch „Ballung“ entstehend. Zentraler Saftraum ganz unregelmäßig. Entleerungshals (H) hervorgewachsen (von oben gesehen). Schalen der *Synedra* beinahe bis zum Auseinanderklaffen auseinandergetrieben und ausgebaucht. Vergr. 500. Einige Zeit vor der Entleerung der Schwärmer verschwindet der Saftraum auf einmal, wodurch die ganze Plasmamasse in eine strömende, schiebende Bewegung gerät und die Schwärmeranlagen lückenlos aneinandergrenzend, das ganze Sporangium erfüllen (homogener Zustand). Es scheint auch eine Vermehrung der Schwärmer vor sich zu gehen, denn die Zahl der Portionen erscheint später augenscheinlich größer, die Größe derselben geringer. Erst dann tritt die Entleerung des Sporangiums ein.

Fig. 13. Primäre Schwärmer ausgetreten, an der Mündung des Entleerungshalses zu einem maulbeerartigen Haufen gruppiert (*Achlya*-Typus). In der Mitte desselben die Mündung des Entleerungshalses von oben gesehen. Vergr. 372. Zeichnung aus dem Jahre 1896.

Fig. 14 Wie Fig. 13, jedoch nur sechs Schwärmercysten vor der Sporangiumöffnung. Vergr. 500.

Fig. 15. Entleerungshals von der Seite gesehen, mit dem Haufen der abgekugelten, encystierten, primären Schwärmer; der Inhalt von drei Cysten (a, b, c) ist bereits als sekundärer Schwärmer ausgetreten und hat die zarten Hüllen zurückgelassen; in der Cyste d steht der Inhalt im Begriffe die Hülle zu verlassen um sich zum sekundären Schwärmer zu entwickeln; die Cyste e ist noch unverändert. Vergr. 500.

Fig. 16. Sekundäre Schwärmer.

Fig. 17. Entleertes Sporangium. Der Entleerungshals zwischen den auseinanderklaffenden *Synedra*-Schalen; um demselben die leeren Hüllen der sekundären Schwärmer. Vergr. 500.

Fig. 18. Entleerungshals von oben gesehen, frei zwischen den Rändern der beiden auseinanderklaffenden Gürtelbänder der *Synedra*. Demnach ein „Spreizapparat“ überflüssig. Vergr. 372.

Fig. 19. Mischinfektion in *Synedra Ulna*. E = *Ectrogella monostoma*, Schlauch mit körnigem Plasma, Schwellblase und Entleerungshals. L = *Lagenidium brachystomum* nov. spec. das dichte weißlich-glänzende Ancylistineenplasma mit den eingesprengten bläulich-glänzenden Fettbrocken zeigend. Vergr. 500.

Fig. 20—21. *Ectrogella gomphonematis* nov. spec.

Fig. 20. Zwei entleerte Zoosporangien in zwei Zellen von *Gomphonema micropus*. Bei dem einen (a) vor den Mündungen der beiden Entleerungshälse die beiden maulbeerartigen Haufen der encystierten primären Schwärmer, mit ihrem solitären, großen Fetttropfen. Bei dem anderen (b) befindet sich vor der Mündung des einen Entleerungshalses der Haufen der zurückgelassenen Hüllen der primären Schwärmer (h), vor der Mündung des anderen (e) hingegen ist ein solcher nicht vorhanden, aus welchem Grunde läßt sich nicht recht sagen. Ging er verloren, oder wurde hier der *Saprolegnia*- oder sogar der *Pythium*-Typus realisiert? Das Letzte ist am wenigsten wahrscheinlich. Vergr. 1000.

Fig. 21 a—g. Schwärmerentwicklung; kontinuierliche Beobachtungsreihe vom 15. Juni 1904). a) Unregelmäßiger zentraler Saftraum, „Ballung“ im Wandbelag einsetzend; Entleerungshals noch nicht gebildet. b) Durch Ballung entstandene, runde Schwärmeranlagen mit ihren peripherisch gelegenen stärker lichtbrechenden Körnchen manifest, in 2 polar gelegene Gruppen gruppiert. Entleerungshals ent-



wickelt. c) Saftraum gerundet und scharf begrenzt. Schwärmeranlagen an den Polen zu anscheinend homogenen, gleichmäßig körnigen Plasmamassen, deren eine den Entleerungshals ganz ausfüllt, zusammengedrängt. d) Verschwinden des Saftraumes und Wiedersichtbarwerden der sofort aufschwellenden Schwärmeranlagen, welches Aufschwellen bis zu ihrer lückenlosen, gegenseitigen Berührung erfolgt. Durch den Austritt des Zellsaftes aus dem Saftraum erfolgt eine Volumenverminderung und Gestaltsveränderung des Sporangiums; der Querdurchmesser ging von 8 μ auf 6 μ zurück und die rundlich-ovale Form ging in die länglich-ovale über. Es findet also eine ebensolche Entspannung wie im Saprolegniaceen-Sporangium statt! e) Die Grenzen der Schwärmeranlagen sind sozusagen gänzlich verschwunden; das ganze Sporangium wird von einer, mit glänzenden, stark lichtbrechenden Körnchen durchsetzten Plasmamasse erfüllt. Homogener Zustand! f) Allmähliches Wiederdeutlichwerden der Schwärmerumrisse, die Zahl dieser Schwärmer ist jedoch anscheinend größer, ihre Größe geringer. Stattgehabte Vermehrung? Die Schwärmer beginnen sich nun zu bewegen; anfangs ein wiegend-drehendes Drängen der einzelnen, schließlich ein lebhaftes Wimmeln im Innern des Sporangiums. Entleerung einzelweise. g) Primärer Schwärmer. Vergr. 1000.

Fig. 22—30. *Ectrogella licmophorae* nov. spec.

Fig. 22. Entleertes Zoosporangium mit dem Haufen der Cysten der primären Schwärmer vor den Mündungen der Entleerungshälse. Vergr. 300.

Fig. 23. Wie Fig. 22, stärker, 1200-fach vergrößert, die stärker verdickte Basis der Entleerungshälse (rudimentärer Spreizapparat) zeigend. Dichter, homogener Inhalt der Schwärmercysten mit einigen, peripher gelegenen, glänzenden Fettkügelchen. Schalen der Diatomee ausgebaucht.

Fig. 24. Drei entleerte Sporangien in einer Wirtszelle mit den Hüllen der primären Schwärmer vor den Entleerungshälsen. Vergr. 372.

Fig. 25. Ein entleertes Zoosporangium mit den Haufen der leeren Cysten wie in Fig. 24 und zwei kleine, junge Individuen desselben Parasiten. Vergr. 300.

Fig. 26. Infizierte *Licmophora*-Zelle mit vom Rath'schen Gemisch fixiert. Links, über dem Pyrenoid ein ganz junger, noch nackter, amöboider, einkerniger Keimling mit kurzen, spitzen Pseudopodien. Rechts, dem Zellkern der Diatomee anliegend, zwei junge, jedoch schon mit Membran umgebene, aber noch einkernige Individuen. Neben dem rechten Pyrenoid ein größeres bereits mehrkerniges Individuum. Vergr. 750.

Fig. 27 I—V. Phasen der Schwärmerausbildung im Sporangium. I. Junges Sporangium mit scholligem Inhalt. II. Inhalt körnig, mit hellen, körnchenfreien Flecken (wahrscheinlich die Zellkerne). Scheckiger Zustand. III. Zahlreiche, größere Vakuolen, später von unregelmäßiger Gestalt. Vakuolenstadium (stade écumeux Petersen). In der benachbarten Wirtszelle (b) nichts weniger als 9 Parasiten von geringer Größe (Mehrfach-Infektion). IV. Zentraler Saftraum; im plasmatischen Wandbelag die Schwärmeranlagen durch Ballung entstanden. Entleerungshals hervorgewachsen. Stadium der Ballung. V. Saftraum verschwunden; Schwärmer das ganze Sporangium erfüllend und die Bewegung beginnend; anscheinend kleiner als im Stadium IV.

Fig. 28. Primäre Schwärmer nach Fixierung mit vom Rath'schen Gemisch. Vergr. 1000.

Fig. 29a—d. Entleerte Sporangien mit verschiedenartiger Ausbildung der Entleerungshälse. b, c, d) Sternformen. Herauswachsen der Basalteile aus der

Wirtszelle (*Eurychasma*-Typus). Bei d „Verzweigung“ zweier Entleerungshälse. Vergr. 500.

Fig. 30. Dauersporen (Oosporen); die eine (rechts) anscheinend sexuell entstanden; im „Schnabel“ des Antheridiums (a) ein stark lichtbrechender Pfropfen (P). Fixierung mit Jod in Meerwasser. Vergr. 540.

Fig. 31—48. *Aphanomycopsis bacillariacearum* nov. gen. nov. spec.
(u. auf Taf. 2, Fig. 36—48).

Fig. 31. a) Zur Ruhe gelangter, festgehefteter sekundärer Schwärmer in eine *Pinnularia*-Zelle eindringend; in der anderen Hälfte der Wirtszelle, ein anderes, bereits zu einem Schlauch entwickeltes Individuum (s). Trotz dieser Infektion erscheint die *Pinnularia* noch ganz normal, in keiner Weise affiziert. b) Auftreten von Vakuolen im Keimling. c) Fortschreitende Entleerung des extramatrikalen Teils des Keimlings. Vergr. 372.

Fig. 32. Der Oberfläche der Schalenseite sitzen 3 entleerte Keimlinge (s) in Form keulenförmiger, zartwandiger Bläschen auf, deren stielförmiger, basaler Teil von stark lichtbrechender Substanz erfüllt erscheint. In einem ausgeweiteten Teil des intramatrikalen Schlauches (einem rudimentären *Oogonium* — o) liegen 2 junge Oosporen, ohne deutliche Wand und gleichmäßig körnigen Inhalt. Eine dritte solche Oospore in einem anderen Teil, vom zerstörten Zellinhalt und verfärbten Chromatophormassen der Wirtszelle verdeckt. Vergr. 250.

Fig. 33. Extramatrikale, zurückgebliebene Hülle eines Keimlings; (s), zwischen Stiel und Kopfteil die stark lichtbrechende Masse. Keimbläschen 11 μ hoch, 8 μ breit. Vergr. 372.

Fig. 34. Schalenseite einer *Pinnularia* mit 4 Bohrlöchern (l) von 4 μ Durchmesser; 2 auf der Raphe, eines über dem Endknotenkanal und eines in der Fläche der Schale. Augenscheinlich macht sich der Keimling schon vorhandene Lücken im Panzer der Diatomee zum Nutzen. Vergr. 250.

Fig. 35. Bohrloch (l) eines Keimlings über dem Endknotenkanal.

Tafel 2.

Fig. 36—48. *Aphanomycopsis bacillariacearum* nov. gen. nov. spec.
(Siehe auch Taf. 1.)

Fig. 36. Partie eines das Lumen einer *Pinnularia*-Zelle dicht erfüllenden, entleerten Schlauches (Zoosporangiums); die hakenförmige Umbiegung des Schlauches im Ende der Wirtszelle, eine Anastomose und die fingerförmigen (blinddarmartigen) Äste zeigend. Vergr. 372.

Fig. 37. Mit Chloralhydrat und Chlorzinkjod behandeltes, entleertes Exemplar mit einfacher gestaltetem intramatrikalem Teil. Die Umbiegung des Hauptschlauches an den Enden der Wirtszelle d. h. das Zurückwachsen desselben, gleichwie bei *Lagenidium Rabenhorstii* Zopf und ein fingerförmiger Ast deutlich. Die Ansatzstelle des Entleerungsschlauches als kreisrundes Loch (o) sichtbar. Der basale Teil desselben, zum „Spreizapparat“ entwickelt, befindet sich zwischen den beiden Gürtelbandplatten und bietet die Flächenansicht dar.

Fig. 38. Umbiegung des Hauptschlauches im Ende der Wirtszelle, nebst der ehemaligen Eindringestelle des Parasiten, welche in Form eines kurzen, gegen den Endknotenkanal gehenden Fortsatzes (e) angedeutet erscheint. Vergr. 372.

Fig. 39. I—IV. Phasen vor der Schwärmerbildung. Beschaffenheit des Schlauchinhaltes. Siehe den Text auf S. 12.



Fig. 40 1—4. Weitere, im Entleerungshals deutlich sichtbare Phasen der Schwärmerausbildung. 1. Die bisher den Entleerungshals sozusagen gleichmäßig erfüllende, gleichmäßig körnige Plasmamasse, wird durch in gleichen Abständen auftretende, flüssigkeitserfüllte, scheibenförmige Räume (Vakuolen), (die dem zentralen Saftraum im intramatrikalen Schlauch entsprechen) in, in einer Reihe hintereinanderliegende, cylindrische, annähernd gleich hohe Plasmaportionen, die Schwärmeranlagen getrennt, was außerordentlich an Aphanomyces erinnert und welche Erscheinung mit dem Stadium der Ballung und des zentralen Saftraumes im intramatrikalen Schlauch zeitlich zusammenfällt (1). In der Mitte einer jeden cylindrischen Schwärmeranlage tritt nun eine scharf umgrenzte, runde Vakuole auf (v), welche die ganze Breite des Entleerungshalses einnimmt, wodurch ein Bild entsteht, als würden die Schwärmeranlagen verdoppelt werden, was jedoch nicht der Fall ist; denn diese zentrale Vakuole ist homolog jener großen Vakuole, welche man im Zentrum der Schwärmeranlagen von *Plasmopara*-Arten (z. B. bei *Plasmopara pusilla*) beobachtet und welche vor dem Austritt des Schwärmers verschwindet. Dieser Zustand (2), in welchem die Vakuolen des Entleerungshalses wie die Luftblasen in einer Jamin'schen Kette erscheinen, ist von sehr kurzer Dauer! Denn alsbald verschwinden alle diese Vakuolen und zugleich schwellen die Schwärmeranlagen bis zur gegenseitigen Berührung auf, so daß ihre Grenzen als gerade Linien nur undeutlich zu erkennen sind. In diesem Augenblick sind aber auch im ganzen intramatrikalen Teil alle Safträume verschwunden, die Schwärmeranlagen bis zur lückenlosen Berührung aufgeschwollen, ohne jedoch wirklich zu verschmelzen. Das „homogene Stadium" ist erreicht (3). In den Schwärmeranlagen sieht man nun fortwährend einige kleine Vakuolen (cv) auftreten und wieder verschwinden. Spiel der kontraktilen Vakuolen (wie bei *Saprolegnia, Plasmopara pusilla*) (3). Hat das Spiel der kontraktilen Vakuolen aufgehört, so beginnen die Grenzen zwischen den Schwärmeranlagen wieder, allmählich immer schärfer hervorzutreten, bis sie endlich — unmittelbar vor der Entleerung des Sporangiums — sehr scharf gezeichnet erscheinen (4). Jetzt verquillt an der Spitze des Entleerungshalses die Kalotte homogener, mattglänzender Substanz und der Austritt der Schwärmer erfolgt. Rasch tritt einer hinter dem anderen, ohne jegliche schwärmende Bewegung aus. Nackt und plastisch sind sie während des Gleitens im Entleerungshals cylindrisch, ausgetreten kugeln sie sich ab, bleiben vor der Mündung des Entleerungshalses zu einem maulbeerartigen, rundlichen Haufen gruppiert liegen und umgeben sich mit einer zarten Membran. Der ganze Vorgang, vom Stadium der Ballung bis zum Austritt nimmt eine gute halbe Stunde in Anspruch.

Fig 41. Umriß einer dem Parasiten zum Opfer gefallenen *Pinnularia* mit zwei, nahe beieinander stehenden Entleerungshälsen. Der Entleerungshals a wurde den 14. April 1902 Nachmittags entwickelt; da kam des Weges eine Amöbe und griff diesen an, indem sie dessen oberen Teil umfloß und sich dort festsetzend in eine Nahrungsvakuole einschloß. Die deletäre, verdauende Wirkung von Seite der Amöbe machte sich an dem Inhalt des Entleerungshalses in unverkennbarer Weise bemerkbar und so wurde dieser Entleerungshals als „verloren" vom Organismus aufgegeben. Als Ersatz für diesen wurde im Verlaufe der Nacht vom 14.—15. April in seiner Nachbarschaft der Entleerungshals b gebildet, durch welchem dann die Entleerung der primären Schwärmer erfolgte; vor der Mündung desselben das „Köpfchen" der Schwärmercysten. Vergr. 250.

Fig. 42. Eine *Pinnularia* (nur ihr Umriß gezeichnet). Die *Aphanomycopsis* (ihr intramatrikaler Teil ist fortgelassen) hatte drei Entleerungshälse entwickelt,

vor der Mündung derselben die „Köpfchen“ der zarten leeren Hüllen der primären Schwärmer. Ob hier nicht Mehrfach-Infektion stattgehabt hatte (die tatsächlich vorkommt, siehe Taf. 1 Fig. 31 a) ist fraglich. Vergr. 250.

Fig. 43. „Spreizapparat“ an der Basis des reservoirartig ausgeweiteten, flachgedrückten Entleerungshalses zwischen den beiden Gürtelbandplatten der *Pinnularia*; von dessen Breitseite gesehen (Flächenansicht). Zeigt schön die als Keil wirkenden stark verdickten Wandteile. Vergr. 250.

Fig. 44. „Spreizapparat“ von oben gesehen (in der Aufsicht). g_1 und g_2 die beiden auseinander gezwängten Gürtelbandplatten; s und s_1 die beiden verdickten Seiten; vordere und hintere Wand dünn, unverdickt; in = intramatrikaler Schlauch nebst Ansatzstück an den Entleerungshals; e = extramatrikaler Teil des Entleerungshalses.

Fig. 45 a, b. Abnormale Vorkommnisse bei der Schwärmerentleerung. a) Die in der oberen Hälfte des Entleerungshalses liegenden Schwärmer blieben daselbst stecken, gelangten nicht zur Entleerung und verlegten auf diese Weise den unteren den Weg. Der Entleerungshals trieb nun hier einen „Ast“, welcher als „Ersatz-Entleerungshals“ fungierte, durch welchen einige Schwärmer entleert wurden, deren Hüllen vor dessen Mündung liegen. Dieses Exemplar wurde mit Jod und Schwefelsäure behandelt, wodurch intensive Blaufärbung des Entleerungshalses eintrat; man sieht aber (im unteren Teil) daß diese Blaufärbung nur eine äußere Schicht der Membran betrifft. b) Ein ähnlicher Fall wie a. Im Entleerungshals e_1 blieben im oberen Teil die Schwärmer stecken und hatten sich daselbst mit Membran umgeben, wodurch dieser Schlauch für weitere Entleerung unpraktikabel wurde. Der mittlere der steckengebliebenen Schwärmer entwickelte für sich allein einen kleinen Entleerungshals durch die Wand des Hauptschlauches hindurch und entleerte durch diesen seinen Inhalt, der sich dort vor dessen Mündung encystierte und dessen leere Hülle an der Spitze desselben sichtbar ist. Nachdem so der Entlassungshals e_1 unbenutzbar wurde, entwickelte der Organismus in dessen unmittelbarer Nachbarschaft einen zweiten (e_2), durch welchen dann die Entleerung im ausgiebigen Maße erfolgt war, und vor dessen Mündung ein „Köpfchen“ leerer Hüllen liegt. Vergr. von 45 b 250.

Fig. 46. Beginnender Austritt des Zellinhaltes aus der Cyste eines primären Schwärmers behufs Entwicklung des sekundären, welche erst nach dem Verlassen der Cystenhülle beginnt und auf die typische Weise vor sich geht.

Fig. 47. Sekundärer Schwärmer. a) Von der Seite; b) vom Rücken gesehen; c) optischer Querschnitt die ventrale Furche zeigend.

Fig. 48 a—d. Dauerzellen (Oosporen?). a) Die beiden jungen Oosporen der Taf. 1 Fig. 32 einen Tag später, den 21. April 1902. Membran deutlich, doppelt konturiert; vakuolenartige Flecke im vordem gleichmäßig körnigen Inhalt. b) Dieselben den 24. April; exzentrische Fettkugel deutlich. c) Dieselben den 29. April. Membran dick, periphere Plasmalage weniger grobkörnig; exzentrische Fettkugel matt-glänzend; heller, seitlicher Fleck deutlich. *Saprolegnia*-Typus ausgeprägt! d) Reife, ovale Dauerspore. Vergr. 500.

Fig. 49—59. *Lagenidium cyclotellae* nov. spec.

Fig 49. An der Gürtelbandseite zur Ruhe gekommener, abgekugelter, festgehefteter Schwärmer. Vergr. 500.

Fig. 50. Zoosporangium im Stadium der „Ballung“; Zentraler Saftraum, Entleerungshals entwickelt. An der Basis der „Infektionsfaden“; extramatrikal die Hülle des ausgekeimten Schwärmers (k) noch erhalten. Vergr. 500.



Fig. 51. Zoosporangium. Stadium der Ballung. In dem zentralen Saftraum buckelförmig vorspringende Schwärmeranlagen. Vergr. 1000.

Fig. 52. Zoospore.

Fig. 53. Entleertes Zoosporangium mit noch erhaltenen Keimbläschen, wie Fig. 50. Vergr. 500.

Fig. 54. Zoosporangium, dessen Entleerungshals zu einem längeren Schlauch ausgewachsen war. Vergr. 500.

Fig. 55. *Cyclotella*-Zelle mit zwei entleerten Zoosporangien. Mehrfach-Infektion. Vergr. 500.

Fig. 56a, b. Zoosporangien mit bauchigen Aussackungen. a) Mit sehr deutlichen Infektionsfaden. b) Die auseinanderklaffenden Schalen der *Cyclotella* zeigend. Vergr. 500.

Fig. 57. *Cyclotella* mit zwei Individuen, wahrscheinlich Geschlechtsindividuen; einem größeren und einem kleineren. Beide zeigen das charakteristische, weißglänzende, dichte Ancylistineenplasma mit dem eingesprengten, stark lichtbrechenden und glänzenden Fettbrocken sehr schön; in dem größeren Individuum eine große, unregelmäßige Vakuole (v). Extramatrikal die beiden entleerten Keimbläschen. Vergr. 1000.

Fig. 58. Zwei Individuen mit ihren extramatrikalen, entleerten Keimbläschen. Das eine (männliche) entleert, in dem anderen (weiblichen) die junge Oospore von großen, rundlichen Fetttropfen dicht erfüllt. Vergr. 750.

Fig. 59. Reife, breit-ovale Oospore mit dicker Membran, mattem, großen, runden Fettkörper, hellem Fleck und grobkörnigem Wandbelag. Saprolegniaceen-Typus. Ihr haftet die leere, kollabierte männliche Zelle (m) an. Vergr. 1000.

Fig. 60—69. *Lagenidium enecans* Zopf.

Fig. 60. Endteil des intramatrikalen Schlauches in der Spitze von *Cymatopleura solea* mit dem Infektionsfaden (i) (wie eine kapillar ausgezogene Glasröhre) an der Wand der Wirtszelle angeheftet. Vergr. 540.

Fig. 61. Sparrig verzweigter Schlauch, mit dem charakteristischen weißglänzenden Plasma und den eingesprengten stark lichtbrechenden, unregelmäßigen Fettbrocken in *Amphora ovalis*. Zellinhalt der Diatomee desorganisiert; das Öl der Diatomeenzelle zu großen, durch den Farbstoff der Chromatophoren gelblich gefärbten, unregelmäßigen Tropfen zusammengeflossen. Vergr. 620.

Fig. 62. Entleertes Sporangium in *Cymatopleura solea*. Vergr. 540.

Fig. 63. Zwei entleerte Sporangien in *Amphora ovalis*. Die beiden Entleerungshälse zeigen in der Gürtelbandansicht deutlich den zwischen den Gürtelbandplatten liegenden „Spreizapparat“ (die stark verdickten Kanten der Wand im unteren Teil des Entleerungshalses). Vergr. 620.

Fig. 64. Eine mit Chloralhydrat und Chlorzinkjod behandelte, affizierte *Pinnularia*. Der Entleerungshals, insbesondere der „Spreizapparat“ zeigt intensive Cellulosereaktion, der hier unverästelte, intramatrikale Parasitenschlauch erscheint nur ganz blaß violett gefärbt. Vergr. 620.

Fig. 65. „Spreizapparat“ zwischen den auseinander gezwängten Gürtelbandplatten von *Cymatopleura solea* von oben gesehen; im Lumen der Wirtszelle der zartwandige Schlauch mit seinen sparrigen, dicken, kurzen, fingerförmigen Ästen. Nach Chloralhydrat- und Chlorzinkjodbehandlung. Vergr. 540.

Fig. 66a—c. Spitze des Entleerungshalses vor der Schwärmerentleerung. a) Die stark lichtbrechende, homogene, glänzende Kalotte zeigend. b) Unter der-



selben tritt eine cylindrische Vakuole (v) auf, wobei die Kalotte an Dicke zu-, an Dichte und Lichtbrechung aber abnimmt. c) Nun beginnt das Ausströmen des Plasmas, wobei die Vakuole hinausgedrängt wird und hierdurch die Kalottensubstanz kugelig ausdehnt; in die so entstehende Blase strömt alsdann im kontinuierlichen Flusse der gesamte Plasmakörper des Sporangiums aus.

Fig. 67a—c. a) Die ausgeflossene, vor der Mündung des Entleerungshalses liegende, Schwärmer bildende Plasmamasse vom amöboiden Umriß. b) Zerklüftung dieser Plasmamasse in die Schwärmer, Hervorwachsen der Geißeln und Beginn der drehend-wiegenden Bewegung. c) Ausgebildete (sekundäre) Schwärmer. Vergr. 500.

Fig. 68. Runde Oosporen in *Cymbella gastroides* Kütz; die linke mit anhaftendem Antheridium (a). Saprolegniaceentypus. Vergr. 500.

Fig. 69. Zwei ganz unregelmäßig gestaltete Oosporen, mit dicker, glatter Membran, mattglänzender Fett(?)kugel und mehreren vakuolenartigen Flecken. Vergr. 500.

Fig. 70—85. *Lagenidium brachystomum* nov. spec.

Fig. 70. Junger Schlauch im Innern einer *Synedra ulna*-Zelle, das charakteristische, weißglänzende, dichte Ancylistineenplasma mit den eingesprengten, stark lichtbrechenden, bläulichglänzenden Fettbrocken zeigend. Wirtszelle noch nicht alteriert.

Fig. 71. Etwas älterer Zustand im *Gomphonema*. Zellinhalt der Diatomee abgetötet, Chromatophoren desorganisiert.

Fig. 72. Auftreten runder Vakuolen. Fetttröpfchen kleiner, gleichmäßiger und zahlreicher. Bei h Entleerungshals hinauswachsend. Die Zuspitzung am rechten Schlauchende stellt den „Infektionsfaden" dar, der hier nur andeutungsweise vorhanden ist. Vergr. 500.

Fig. 73. Schlauchende mit gut ausgebildetem Infektionsfaden in *Synedra*.

Fig. 74. Intramatrikaler Schlauch des Parasiten mit einem ausnahmsweise langen, dem Hauptschlauch eng anliegenden Ast, in einer *Synedra* (diese nicht mitgezeichnet). Plasmainhalt dicht und gleichmäßig feinkörnig, von scharf umschriebenen, cylindrisch gestreckten Vakuolen unterbrochen d. h. in Portionen geteilt. Diese Vakuolen (welche alsbald durch Kontraktion verschwinden) entsprechen dem „zentralen Saftraum" im Phycomycetensporangium. Nach ihrem Verschwinden erfüllte das Plasma den Schlauch gänzlich („Homogener Zustand") und es erfolgte alsbald die Entleerung des Sporangiums. Vergr. 500.

Fig. 75 a—c. Austritt des schwärmerbildenden Plasmas. a) Spitze des kurzen, kegelstutzförmigen Entleerungshalses frei von körnigem Plasma, mit der homogenen, glänzenden Membrankappe. b) Beginn der Ausströmung des körnigen Plasmas; Zusammengedrücktwerden der Spitzenvakuole (?) und beginnende Ausdehnung der Kappenmasse zur kugeligen Blase. c) Ausgeströmte, sporenbildende Plasmamasse mit den höckerigen Hervorwölbungen an ihrer Oberfläche, vor der Mündung des Entleerungshalses liegend.

Fig. 76. *Synedra*. Der charakteristische ei-kegelförmige Entleerungshals (h); vor demselben die in wenige Schwärmer zerklüftete, langsam drehend-schaukelnde Bewegung zeigende Plasmamasse. Die in Ausbildung begriffenen sekundären Schwärmer die Geißeln entwickelnd. Vergr. 500.

Fig. 77 a, b. a) Eine durch diesen Parasiten abgetötete *Cymbella cymbiformis* var. *parva* mit entleertem Sporangium. b) Desgleichen bei *Gomphonema con-*

strictum. In beiden Fällen macht der charakteristische Entleerungshals auf die Anwesenheit des Parasiten aufmerksam. Vergr. von a 500; von b 372.

Fig. 78. „Spreizapparat" des Entleerungshalses zwischen den Gürtelbandplatten in der Gürtelbandansicht der *Synedra*. Vergr. 750.

Fig. 79. Spreizapparat von oben gesehen (Schalenansicht der *Synedra*). Die Gürtelbandplatten erscheinen durch die stark verdickten Kanten deutlich auseinandergezwängt.

Fig. 80. Teil eines entleerten Sporangiums mit den buckelförmigen Astrudimenten (a) und dem Entleerungshals (h) (aus einer *Synedra*). Seitenansicht. Vergr. 500.

Fig. 81. Entleerter Schlauch mit einem kurzen, fingerförmigen Ast (a) und dem Entleerungshals (h) von der Seite gesehen (aus einer *Synedra*). Vergr. 500.

Fig. 82. Auf der Schalenseite von *Gomphonema* zur Ruhe gelangter, abgekugelter, festgehefteter Schwärmer.

Fig. 83. a) Auswachsen des Infektionsfortsatzes an der Gürtelbandseite, offenbar zwischen den Gürtelbandplatten in die Wirtszelle eindringend. b) Desgleichen, Infektionsfortsatz jedoch verzweigt (ob dies normal?). Vergr. von b 500.

Fig. 84. a) Reife Oospore in *Gomphonema*, b) in *Synedra* Vergr. 500.

Fig. 85. Oospore (oosp) mit dem anhängenden, befruchtenden, männlichen Individuum (m); nach Chloralhydratbehandlung. Vergr. 1000.

Fig. 86. *Lagenidium* nov. spec. in *Pinnularia*.

Die cylindrische Zelle a (Antheridium?) steht in offener Kommunikation mit der kugeligen Zelle o (Oogonium?). oosp. = Oospore. Die leeren Zellen mit den Entleerungshälsen sind entleerte Zoosporangien; bei x die sanduhrförmigen Ansatzstücke der Entleerungshälse; bei s, s_1 die „Spreizvorrichtung" von oben gesehen; i = der wohlerhaltene Infektionsfortsatz. Vergr. 500.

Fig. 87—101. *Aphelidium Melosirae* Scherff.

(Siehe auch Taf. 3 Fig. 91—101.)

Fig. 87. Ein auf der Oberfläche von *Melosira varians* zur Ruhe gekommener, abgekugelter, festgehefteter Schwärmer. Vergr. 500.

Fig. 88 a, b Plasma des Keimlings in das Innere der Wirtszelle eingedrungen, die Membran als leeres Bläschen (b) an der Oberfläche der *Melosira*-Zelle zurücklassend. Vergr. von a 500.

Fig. 89. Der nackte intracelluläre Parasitenkörper ist gewachsen; seine Grenze wird durch anhaftende stärker lichtbrechende Körnchen markiert. *Melosira*-Chromatophoren bereits verklumpt und verfärbt. Außen das leere Bläschen erhalten. Vergr. 500.

Fig. 90. Die amöboide intracelluläre Plasmamasse (a) zwischen den Chromatophoren der *Melosira*. Vergr. 500.

Tafel 3.

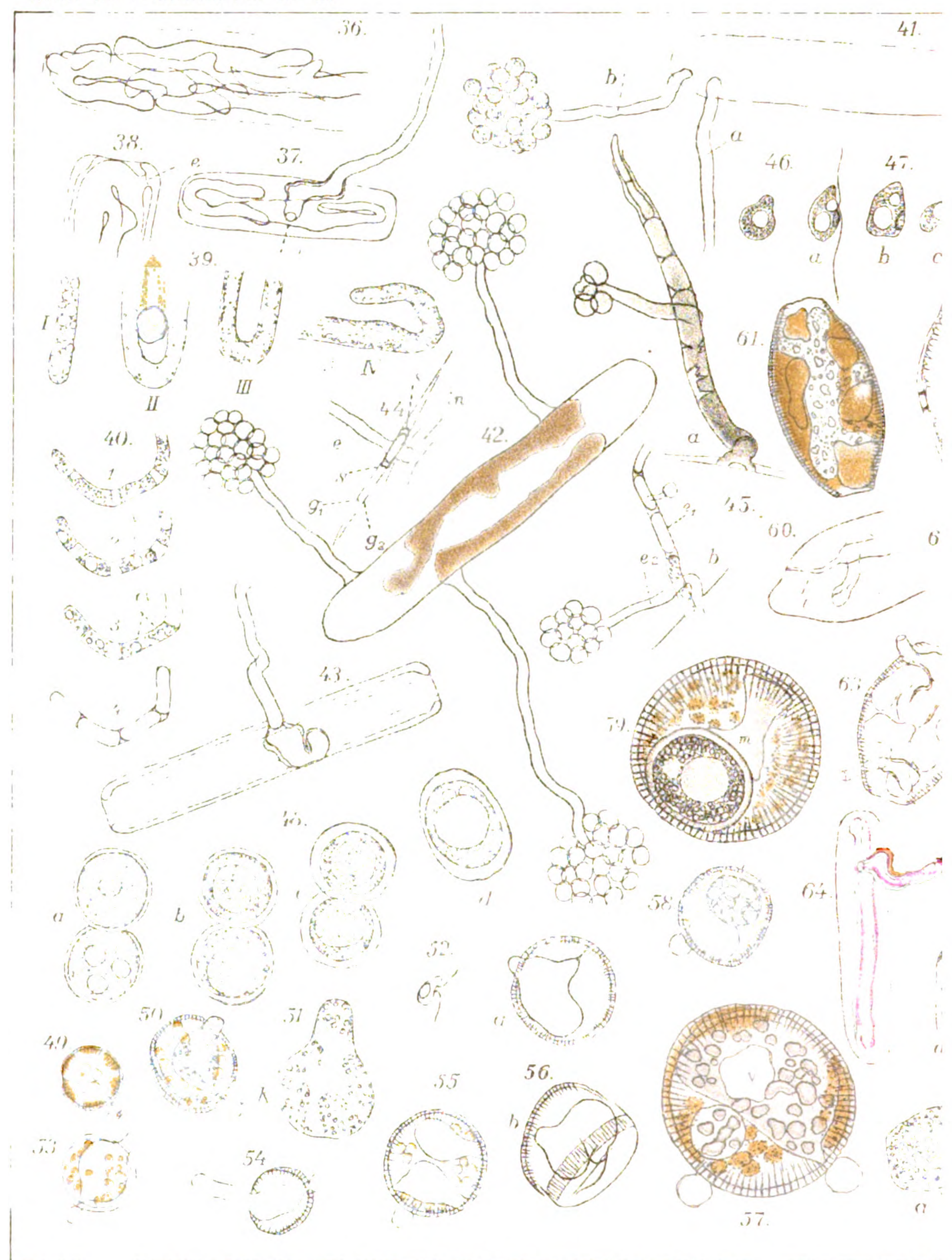
Fig. 91—101. *Aphelidium melosirae* Scherff.

(Siehe auch Taf. 2 Fig. 87—90.)

Fig. 91. „Amöbe" von den Chromatophoren der *Melosira* umgeben. Vergr. 750.

Fig. 92. Amöbe von den verklumpten Chromatophoren umgeben; Nahrungsvakuole vorhanden, mit rotbraunen, breits verdauten Chromatophoren; ein unregelmäßiges, lappiges Pseudopodium deutlich. Vergr. 500.





36.
37.
38.
39.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.
48.
49.
50.
51.
52.
53.
54.
55.
56.
57.
58.
59.
60.
61.
63.
64.

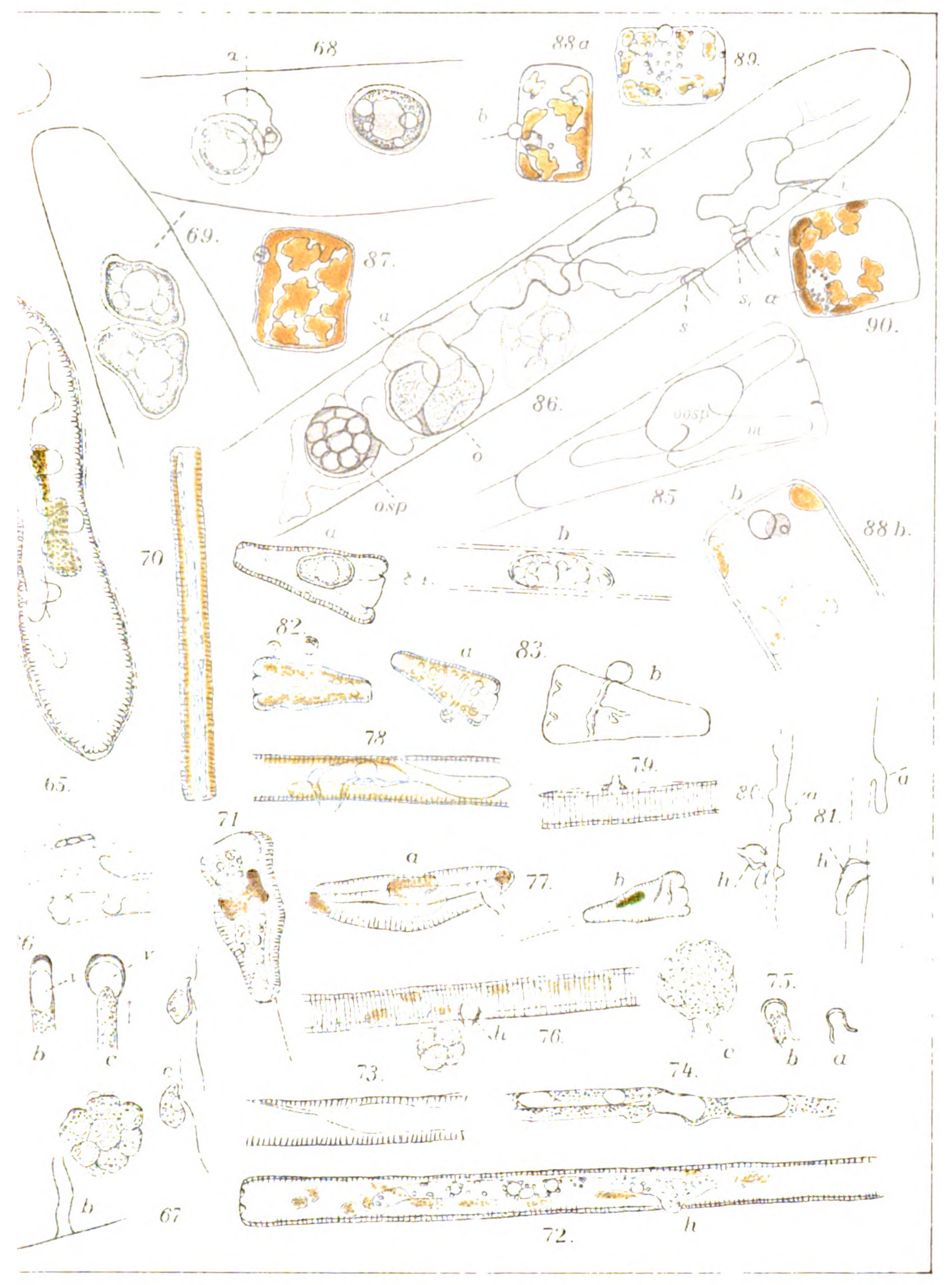

68
88 a
89.
69.
87.
86.
90.
85
88 b.
osp
oosp
70
82.
83.
78
79.
80.
81.
65.
71
77.
76.
75.
73.
74.
67
72.

Fig. 93. In der unteren *Melosira*-Zelle inkorporiert die Amöbe mittels eines dicken Lobopodiums (P) zwei Chromatophoren, während in der Nahrungsvakuole (nv) einige bereits rotbraun verfärbte, stark verdaute liegen; die übrigen — schon verklumpt — umgeben dicht den Amöbenkörper. In der oberen Zelle erfüllt das farblose, gleichmäßig granulierte Parasitenplasma die *Melosira*-Zelle; sämtliche Chromatophoren befinden sich behufs Verdauung in der großen Nahrungsvakuole (nv). Vergr. 500.

Fig. 94. In der großen Nahrungsvakuole des Parasiten liegen die rotbraun verfärbten Reste der Chromatophoren, ferner durch in Lösung gegangenes Diatomin gelb gefärbte Öltropfen. Einige dieser unverdaulichen Öltropfen auch außerhalb des Parasitenkörpers (auch ungefärbte). Außer diesen und dem Parasitenkörper ist das Lumen der *Melosira*-Zelle von einer farblosen, homogenen, dichten, matt- und fettglänzenden Substanz (Flüssigkeit) unbekannter Natur (f) erfüllt. Vergr. 750.

Fig. 95. In der Nahrungsvakuole werden die Ingestareste zu einem kompakten Klumpen geballt. Außer dem feinkörnigen Parasitenplasma ist auch hier diese dichte, fettglänzende Substanz vorhanden. Vergr. 750.

Fig. 96. In der Zelle a schwimmt in der scharf begrenzten Nahrungsvakuole („dem zentralen Saftraum") der rotbraune Nahrungsrestballen, welchen als „Wandbeleg" das gleichmäßig und feinkörnige Parasitenplasma umgibt. Unmittelbares Stadium vor dem Eintreten des Fortpflanzungsvorganges! Die Zelle b zeigt die Verhältnisse unmittelbar nach der Ausstoßung der Nahrungsvakuole. Die nackte Plasmamasse des Parasiten ist in die Schwärmer zerfallen, die einen amöboid veränderlichen, maulbeerartigen Haufen bilden, von welchem seitwärts der ausgestoßene, rotbraune Nahrungsrestballen liegt. Vergr. 500.

Fig. 97. Ausgefressene *Melosira*-Zelle mit dem zurückgelassenen rotbraunen Nahrungsrestballen; nach der Entleerung der Schwärmer. Vergr. 500.

Fig 98 a—d. Schwärmer. a) Kugeliger Schwärmer am Beginn der Schwärmperiode. b) Schwärmer während des lebhaften Schwimmens innerhalb der *Melosira*-Zelle. c) Während der amöboiden Phase im Lumen der Wirtszelle. Entwicklung eines hyaloplasmatischen Lobopodiums am Vorderende. d) Starke amöboide Gestaltsveränderung während des ruhigen Liegens nach dem Verlassen der *Melosira*-Zelle, also vor dem Eintritt in die zweite Schwärmperiode. Vergr. 500.

Fig. 99. Die Wand der Nahrungsvakuole erscheint hier in eine zarte Membran umgewandelt, welche die Ingestareste einschließt, in ähnlicher Weise, wie dies bei *Vampyrella vorax* var. *dialysatrix* vorkommt. Neben dem rotbraunen Nahrungsresiduumballen, die unverdauten, unverändert zurückgelassenen, gelb gefärbten Öltropfen der *Diatomeen*-Zelle. Vergr. 500.

Fig. 100. Der Parasitenkörper erscheint hier gleichsam als eine runde Vakuole innerhalb der farblosen, matt- und fettglänzenden, dichten Flüssigkeit und hat sich ausnahmsweise mit einer zarten Membran umgeben; es wurde also hier eine Zoocyste gebildet, in welcher neben den ausgeschiedenen Ingestaresten, die gebildeten Aphelidiumschwärmer sichtbar sind. *Pseudospora*-Form! Vergr. 500.

Fig. 101. Dauerspore in einer Zelle von *Melosira varians*; daneben die ausgestoßenen Ingestareste umherliegend, diese nicht zu einem Klumpen geballt. Zeichnung aus dem Jahre 1896. Vergr. 750.

Fig. 102—112. *Aphelidium tribonemae* nov. spec.

Fig. 102. Zwei kürzlich infizierte Zellen eines *Tribonema*-Fadens. Der Parasit ist in diesen Zellen nur als ein weißlicher, granulierter Fleck, und an dem



in diesem befindlichen dunkelbraunen Nahrungsrestkörper erkennbar. Die Chromatophoren der *Tribonema*-Zelle sind noch grün, aber sie erscheinen verklumpt. An der Außenfläche der infizierten Zellen sitzt die zurückgelassene Membran des Keimlings, als zartes, leeres Bläschen. In den zwei anderen Zellen dieses Fadens liegt nur der braune Nahrungsrestkörper dieses Parasiten, der übrige Inhalt hatte in Form von Schwärmern diese Wirtszellen bereits verlassen. Vergr. 620.

Fig. 103. Eine Dauerzelle von *Tribonema* mit dem Parasiten im Jugendzustand. Der Oberfläche sitzen zwei entleerte Keimbläschen an, unter der Eindringestelle links oben, an der Innenfläche der Wirtsmembran eine buckelförmige Ansammlung brauner Masse (i). Der Parasit als heller, weißlicher Fleck, mit dem tiefbraunen öltropfenartigen Nahrungsresiduum, kenntlich. Chromatophoren noch grün, aber verklumpt. Außerdem ein großer, farbloser Öltropfen. Vergr. 1000.

Fig. 104. *Tribonema*-Fadenstück mit zwei affizierten Zellen. In der unteren (x) ist der ganze Inhalt der Wirtszelle völlig verdaut, das farblose, gleichmäßig feingranulierte Parasitenplasma erfüllt die ganze Wirtszelle und in seiner Masse liegt der tiefbraune Nahrungsrestkörper. In der durch Schwärmerbildung entleerten Zelle l liegt als einziger Rest der braune Nahrungsrestkörper. Vergr. 620.

Fig. 105. Gleicher Zustand wie in der Zelle x der vorigen Figur, nur in einer Dauerzelle von *Tribonema*. Der braune Nahrungsrestkörper zeigt das Aussehen eines Tropfens und liegt in einer scharf umgrenzten Vakuole. Stadium vor der Schwärmerbildung. Der Wirtszelle sitzt die leere Hülle des Schwärmers (Keimlings) auf. Vergr. 750.

Fig. 106. Schwärmerbildung in einer Dauerzelle von *Tribonema*. Neben dem maulbeerförmigen Schwärmerhaufen liegt der ausgestoßene, dunkelbraune, öltropfenähnliche Nahrungsrestkörper. Einige Schwärmer haben durch den Kanal der Infektionsstelle (die nach innen die hügelförmige Verdickung der Wirtszellmembran, das gegen den eingedrungenen Feind errichtete Bollwerk zeigt) die Wirtszelle verlassen und ruhen noch, an ihren zuletzt hinausgezogenen Geißeln hängend, vor demselben. Vergr. 1000.

Fig. 107. Schwärmer. Die Ansammlung der dunklen Körnchen im zugespitzten Vorderende zeigend. a) Stärker vergrößert.

Fig. 108. Ausgefressene, durch Schwärmerbildung entleerte *Tribonema*-Dauerzelle. Im Innern liegt der tiefbraune, öltropfenähnliche zurückgelassene Nahrungsrestkörper. Von den beiden erhalten gebliebenen, extramatrikalen Hüllen der infizierenden Schwärmer geht ein dünner, fadenförmiger, Cellulosereaktion gebender Infektionsfaden ab, der in der leeren Wirtszelle sehr schön sichtbar ist. Vergr. 1000.

Fig. 109. In den ausgefressenen und durch Schwärmerbildung entleerten Zellen liegen die dunkelbraunen, öltropfenartigen Nahrungsrestkörper in charakteristischer Einzahl und nur in der Zelle x zu zweien. Vergr. 620.

Fig. 110. Dauerspore in einer *Tribonema*-Dauerzelle; neben ihr der ausgestoßene braune Nahrungsrestkörper. Vergr. 1000.

Fig. 111. Zwei Dauersporen mit großem Fetttropfen, vom Habitus der Chytridiaceen-Dauersporen. Vergr. 620.

Fig. 112. Einzelliger Keimling von *Tribonema* von *Aphelidium tribonemae* befallen. Vergr. 620.

Fig. 113—122. *Aphelidium chaetophorae* nov. spec.

Fig. 113. Bei a sehr frühes Stadium der Infektion; der Parasit ist als ein farbloser, aus etwas granuliertem Plasma bestehender Flecken, in welchem bereits

ein winziges, braunes Körnchen (das Nahrungsresiduum) zu bemerken ist, erkennbar; ein Pyrenoid noch vorhanden. In den zwei anderen infizierten Zellen, (b und c) die keine gestaltliche Deformation, Hypertrophie aufweisen, ist der Inhalt gänzlich verdaut; farbloses, von glänzenden Körnchen durchsetztes Parasitenplasma erfüllt die ganze Zelle, in welchem in der einen Zelle 3, in der anderen nur ein tiefbrauner, öltropfenähnlicher Nahrungsrestkörper liegen. Vergr. 620.

Fig. 114. In der Zelle a ein etwas weiter fortgeschrittenes Stadium als in a der vorigen Figur. Pyrenoide verschwunden; Nahrungsrestkörper größer. Die Zelle b ist hypertrophisch deformiert, oogoniumartig, in dem durch Schwärmerbildung entleerten Lumen eine Gruppe tiefbrauner, tropfenartiger Nahrungsreste. Vergr. 620.

Fig. 115. Junges Stadium des Parasiten; der kugelige, braune Nahrungsrest liegt innerhalb einer scharf umschriebenen Vakuole.

Fig. 116. In der bereits hypertrophische Deformation zeigenden Zelle ein noch jugendliches Stadium des Parasiten. Farbloses, granuliertes Parasitenplasma, mit körnchenfreien, vakuolenartigen Flecken; ein größerer und ein kleiner brauner Nahrungsrestkörper. Chromatophor in mehrere, verklumpte Stücke zerfallen. Pyrenoide verschwunden.

Fig. 117. 2 gestaltlich unverändert gebliebene, infizierte Zellen auf einem ähnlichen Stadium wie die Zelle in Fig. 116. Körnchenfreie, vakuolenartige Flecke im farblosen, granulierten Parasitenplasma. Chromatophor bis auf einige geringe Reste verdaut.

Fig. 118. Farbloses, granuliertes Parasitenplasma erfüllt die in der Mitte nur schwach spindelförmig angeschwollene Zelle. In scharf begrenzten Vakuolen von verschiedener, unregelmäßiger Gestalt liegen die braunen, kugeligen, tropfenartigen Nahrungsreste.

Fig. 119 a, b. a) Ein offenbar durch Zusammenfließen mehrerer axiler Vakuolen entstandener, unregelmäßiger, zentraler Saftraum, in welchem die braunen Nahrungsrestkörper liegen, umgeben von farblosem, granuliertem Parasitenplasma. b) Die dick-spindelförmig angeschwollene Wirtszelle zeigt sehr schön den unregelmäßigen, außerordentlich scharf konturierten „zentralen Saftraum“ mit den in ihm liegenden zwei braunen, tropfenartigen Nahrungsrestkörpern und den „plasmatischen Wandbeleg“ vom nackten Parasiten gebildet und sieht so einem vor der Schwärmerbildung stehenden Sporangium von *Ectrogella*, *Olpidiopsis*, *Lagenidium* oder *Saprolegnia* täuschend ähnlich. Die untere Zelle ist gestaltlich unverändert; ihr Inhalt ist noch nicht vollends verdaut, zwei verklumpte Chromatophorreste noch vorhanden.

Fig. 120. Das Parasitenplasma der dick-spindelförmig vergrößerten (hypertrophierten) Zelle hat soeben, die Nahrungsvakuole („den zentralen Saftraum“) mit den braunen Nahrungsrestkörpern ausgestoßen und sich zu einem ovalen, soliden, aus homogenen, glasigen, von winzigen stark glänzenden Körnchen durchsetzten Plasma bestehenden Körper kontrahiert, der frei in der Wirtszelle liegt und dessen nackte Oberfläche fein gekerbt erscheint, als einziges Anzeichen dessen, daß er bereits in die Schwärmer zerfallen ist. Homogener Zustand! Wenige Augenblicke später erfolgte schon die Entleerung der Schwärmer. Auch die untere, gestaltlich unveränderte Zelle ist von diesem Parasiten befallen.

Fig. 121. Schwärmer.

Fig. 122 a—d. Vom Parasiten ausgefressene, durch Schwärmerbildung entleerte Zellen, die in ihren Innern die tiefbraun gefärbten, tropfenförmigen Nahrungsrestkörper in verschiedener Zahl und Größe, ferner die Deformation der Wirtszelle

zeigen. In a sind die beiden unteren Zellen nicht deformiert. In b und c weist die einseitige Aussackung der Zelle bei x darauf hin, daß es sich wahrscheinlich um *Chaetophora*-Zellen handelt, die zur Zeit ihrer Infektion im Begriff der Astbildung standen. d) Zahlreichere (6) Nahrungsrestkügelchen verschiedener Größe.

Fig. 123—130. *Aphelidiopsis epithemiae* nov. gen. nov. spec.

Fig. 123. Jugendstadium im Innern einer *Epithemia* (P); in dem farblosen nackten Parasitenkörper noch keine Nahrungsvakuole. An der Oberfläche der Diatomee sitzen die zurückgelassenen Membranen zweier festgehefteter Schwärmer (K). Vergr. 500.

Fig. 124. Größerer Parasitenkörper (P) mit ausgebildeter Nahrungsvakuole, in welcher die aufgenommenen Chromatophoren der Diatomee in allen Stadien der Verdauung liegen. Der *Epithemia* sitzt ein Exemplar meines *Chamaesiphon hyalinus* auf. Vergr. 500.

Fig. 125. Das Parasitenplasma füllt das ganze Lumen der Wirtszelle aus und hat die Schalen der Diatomee beinahe bis zum Klaffen auseinandergeschoben. Die große Nahrungsvakuole („der zentrale Saftraum") von ganz unregelmäßigem Umriß, enthält die unverdaulichen Reste der Chromatophoren und durch Diatomin gelb gefärbte, unverdaute Öltropfen. Der Plasmakörper springt mit unregelmäßigen Buckeln weit in das Lumen der Nahrungsvakuole vor. Vergr. 500.

Fig. 126. Dasselbe Exemplar ca. 3 Stunden später. Mit der Nahrungsvakuole wurden auch die Ingestareste ausgestoßen; der Plasmakörper zerfiel hierbei in zwei Portionen, die sich abkugelten und zwischen denen zusammengedrängt die Ingestareste in Form eines farbigen Gürtels liegen. Das Plasma erscheint als eine etwas hellere, glasige, von glänzenden Körnchen gleichmäßig durchsetze Masse; die in Fig. 125 bei x undeutlich sichtbar gewesenen Grenzen von Portionen (Schwärmeranlagen) sind völlig verschwunden. Homogener Zustand! Die Schalen der Diatomee sind klaffend auseinandergetrieben. Vergr. 500.

Fig. 127. Ein späteres Stadium wie das in Fig. 126 dargestellte. In den beiden scharf umgrenzten, jedoch nackten Plasmakörpern erscheinen die Grenzen der Schwärmer deutlich. Vergr. 500.

Fig. 128. Ausschwärmen der Schwärmer. Vergr. 500.

Fig. 129. Schwärmer während des Schwimmens.

Fig. 130. Dauersporen dieses Organismus (?) im Lumen von *Epithemia turgida*. Vergr. 500.

Fig. 131—140. *Pseudospora leptoderma* nov. spec.

Fig. 131. Amöbe in *Vaucheria* kriechend; mit inkorporierten Chromatophoren Vergr. 500.

Fig. 132. Cyste in *Vaucheria*; der plasmatische, mehrere kontraktile Vakuolen (cv) zeigende Wandbeleg, umschließt die mit olivgrüner Substanz erfüllte Nahrungsvakuole. Vergr. 750.

Fig. 133. Zoocyste in *Vaucheria*. Im plasmatischen Wandbelag die durch „Ballung" entstandenen, nach innen hügelförmig vorspringenden Schwärmeranlagen; der zentrale, die Nahrungsreste enthaltende, ockergelbe Saftraum (die Nahrungsvakuole) sternförmig bis nahezu an die Cystenwand reichend. Vergr. 500.

Fig. 134. Die Zoocyste der vorigen Figur etwas später. Die aufgequollenen Schwärmer schließen dicht aneinander; in der Mitte eines jeden eine größere

Vakuole. Der mit der Nahrungsvakuole ausgestoßene Nahrungsrest liegt, zur Seite gedrängt neben ihnen. Vergr. 500.

Fig. 135. Zoocyste in *Vaucheria*. Schwärmer vor dem Ausschwärmen; die zentrale Vakuole in ihnen ist verschwunden. Vergr. 750.

Fig. 136a—d. Phasen des Schwärmerdurchtrittes durch die Wirtszellmembran. a) An der Spitze keulenförmig anschwellender Plasmafortsatz des Hinterendes. b) Der aus körnchenführendem Plasma bestehende Körper des Schwärmers zum größten Teil ausgetreten; an seinem distalen Ende das stumpf-warzenförmige Hyaloplasma-Lobopodium. c) Stumpf-zackige Pseudopodien am Vorderende dieses Lobopodiums. d) Schwärmkörper abgekugelt, die lange Geißel, nach sich, aus der Austrittsöffnung herausziehend, noch an dieser hängend.

Fig. 137. Schwärmer; die kontraktilen Vakuolen (cv) und den Kern (n) deutlich zeigend. Geißel 42 μ lang.

Fig. 138. Dauerspore im Innern der Sporocyste; von den ausgestoßenen Nahrungsresten umgeben, von größeren Fetttröpfchen dicht erfüllt. Vergr. 750.

Fig. 139. Dauerspore mit glatter Membran; aus einer Cyste entstanden, die nur farbloses Nährmaterial enthielt. In der Mitte ein größerer, fettglänzender, etwas biskuittförmig eingeschnürter Körper. Phycomyceten-Dauersporen-Habitus! Vergr. 750.

Fig. 140. Dauerspore von Saprolegniaceen-Habitus mit feinstacheliger Membran und großem, runden, matt- und fettglänzenden, zentralen Körper. Vergr. 1000.

Fig. 141—143. *Pseudospora? myzocytioides* nov. spec.

Fig. 141 a, b. Zoocysten die das Lumen von 3 nebeneinander liegender *Zygogonium*-Zellen occupieren. a) Plasma dicht, etwas weißlich glänzend, von stark lichtbrechenden Körnchen durchsetzt. b) Mit stark schaumigem Plasma. In beiden Fällen mit drei, je einer Wirtszelle entsprechenden, gelbbraunen, einheitlichen Nahrungsrestklumpen. Vergr. 750.

Fig. 142. Durch Schwärmerbildung entleerte Zoocysten, die sich nur auf je zwei Wirtszellen erstrecken, mit den zurückgelassenen, charakteristisch schwärzlich-braun verfärbten Nahrungsrestballen. Vergr. 750.

Fig. 143. Zwei, vom Parasiten heimgesuchte *Zygogonium*-Zellen. In einer derselben liegt in einer zarten, etwas zerknitterten Hülle (h) eine ovale Dauerspore (sp) und neben ihr hauptsächlich in der anderen Wirtszelle die zwei ausgestoßenen, charakteristisch schwärzlich-braunen Nahrungsrestkörper. Vergr. 750.

Fig. 144—151. *Pseudosporopsis bacillariacearum* (Zopf) mihi.

Fig. 144. Reife Zoocysten mit blaß ziegelrotem Plasma und dem schwärzlichbraunen Nahrungsrestkörper. In der Cyste s ist das Plasma in die Schwärmer zerfallen. Im Lumen der Wirtszelle (*Mougeotia*). umherschwimmende Schwärmer, die amöboide Gestaltsveränderung ihres Körpers zeigend. (In der Zeichnung ist hier nur die eine, längere, gewöhnlich sichtbare, vorangehende Geißel dargestellt.) Bei x ein durch Wirtszellmembran hindurchtretender Schwärmer. Der Austritt erfolgt mit dem Hinterende, die Geißeln werden nachgezogen. Vergr. 750.

Fig. 145. Zoocysten von ovaler und gestreckter, mehr unregelmäßiger Gestalt in den weiblichen Geschlechtszellen einer *Spirogyra*. In der Cyste a ist der Inhalt in die Schwärmer zerfallen, in denen einige kleine kontraktile Vakuolen (cv) zu sehen sind. Vergr. 750.

Fig. 146. Ovale Zoocyste in *Gomphonema constrictum* mit tief-rotbraunem Nahrungsrestballen. Vergr. 500.

Fig. 147. Unregelmäßig gestaltete Zoocyste aus einer *Rhopalodia gibba*. Vergr. 500.

Fig. 148 a—e. Schwärmer. a) Schwärmer während des raschen Schwimmens. b) Mit einem am Hinterende schwanzartig ausgezogenen Pseudopodium (häufige Erscheinung, auch in Fig. 144 bei p). c) Hinterende mit mehreren Pseudopodien. d) Am Hinterende der Quere nach Pseudopodien entwickelnder Schwärmer. e) Schwärmer, der einen großen durch Diatomin gelb gefärbten Öltropfen (o) aufgenommen hatte.

Fig. 149. Im Lumen einer *Mougeotia*-Zelle eine durch Schwärmerbildung entleerte Zoocyste (a) mit dem schwärzlich-braunen Nahrungsrestballen (nr), neben ihr (b) eine reife Zoocyste von *Pseudospora parasitica* Cienk. mit ihrem farblosen Plasma und den ockergelben Nahrungsrestballen. Vergr. 500.

Fig. 150. „Akzessorische“ Vakuolen im Plasma einer farblosen Cyste (deren Zugehörigkeit zu *Pseudosporopsis bacillariacearum* nicht sicher ist) vor der Schwärmerbildung. nv = Nahrungsvakuole. Vgl. den Text S. 73 Anm. 1.

Fig. 151. Sporocysten mit den Dauersporen, neben ihnen der ausgestoßene schwärzlich-braune Nahrungsrestballen (nr). Vergr. 500.

Fig. 152—157. *Pseudospora parasitica* Cienk.

(Siehe auch Taf. 4 Fig. 155—157.)

Fig. 152. Zoocyste (zc) mit in die Schwärmer (s) zerfallenem, farblosem Plasmainhalt und ockergelben Nahrungsrestballen, ferner Phasen des Schwärmerdurchtrittes durch die Membran der Wirtszelle (w) $_{1,\ 2,\ 3,\ 4}$. Das geißeltragende Vorderende des Schwärmers folgt zuletzt. Vergr. 372.

Fig. 153. Austritt eines Schwärmers direkt aus der Cyste (c) durch die Wirtszellmembran (w) ins Freie.

Fig. 154. Ausgetretene, noch ruhende Schwärmer. Mehrere kleine stark lichtbrechende Körnchen (Fetttröpfchen) im Vorderende; kein solitärer Fetttropfen wie bei den Chytridiaceen-Schwärmern. Die nachschleppende Geißel bei a in uhrfederartig gekrümmter Stellung. Vergr. 372.

Tafel 4.

Fig. 155—157. *Pseudospora parasitica* Cienk.

(Siehe auch Taf. 3 Fig. 152—154.)

Fig. 155. Zoocyste mit akzessorischen Vakuolen außer der Nahrungsvakuole (nv). Vergr. 750. Siehe S. 74 Anm.

Fig. 156. Sporocyste mit Dauerspore (sp). Vergr. 750.

Fig. 157. Zoocysten von *Pseudospora parasitica* (?), eventuell von *Pseudosporopsis bacillariacearum*, in einer Zoocyste von *Vampyrella* (*Spirogyrae*?); neben ihnen liegen die unberührt gelassenen Nahrungsreste der *Vampyrella* (Vnr). Vergr. 500.

Fig. 158—164. Pseudosporee mit *Bodo*-artigen Schwärmern (= *Bodo globosus* Stein?).

Fig. 158_{1-8}. Schwärmer, $_{1,\ 2,\ 3}$ im lebhaft beweglichen Zustand. $_{4}$ Langsam, wackelnd sich bewegender, mit braunen Nahrungsresidua vollgepfropfter, kugeliger Schwärmer. $_{5,\ 6}$ Schwärmer im amöboiden Zustand Pseudopodien entwickelnd.

$_7$ Nahrungsrestfreier, kugeliger Schwärmer; Zellkern (n) erkennbar. $_8$ Desgleichen, am Hinterende in zwei spitze Pseudopodien ausgezogen; an der Geißelbasis der Zellkern (n) deutlich, weiter nach hinten zwei Vakuolen.

Fig. $159_{1,\,2}$. Ein durch die Wirtszellmembran austretender Schwärmer. $_1$ Plasmakörper mit dem Hinterende zur Hälfte ausgetreten. $_2$ Plasmakörper vollends hindurchgetreten, abgekugelt; nur die Geißeln stecken noch im Lumen der Wirtszelle.

Fig. 160. Zwei Zoocysten. In der Cyste a liegt der Nahrungsrestballen in einer Nahrungsvakuole, in der anderen Cyste ist eine solche nicht mehr vorhanden. Vergr. 750.

Fig. 161. Unregelmäßig geformte, eckige Zoocyste; außer der Nahrungsvakuole (nv) noch zwei „akzessorische" Vakuolen im Plasma. Siehe S. 74 u. 79 Anm.

Fig. 162. Zoocysten (zc) und Sporocysten (sp.c) in *Vaucheria*. Die Zoocyste zc_2 ist infolge von Schwärmerbildung entleert und enthält nur den braunen Nahrungsrestklumpen. In der Sporocyste sp. c_1 liegt eine, in der Sporocyste sp.c_2 zwei Dauersporen vom Habitus der Chytridiaceen-Dauersporen (mit auffallendem Fetttropfen) und neben ihnen der ausgeschiedene Nahrungsrestklumpen. Vergr. 500.

Fig. 163. Sporocyste mit vier Dauersporen. Vergr. 500.

Fig. 164. Dauersporen. Bei a liegt die Dauerspore und der ausgeschiedene Nahrungsrest innerhalb der Cystenhülle (*Pseudospora*-Typus); bei b und c ist um die beiden Dauersporenpaare und den zu ihnen gehörenden Nahrungsrestklumpen eine Cystenmembran nicht vorhanden (*Gymnococcus*-Typus). Vergr. 750.

Fig. 165—168. *Pseudosporopsis rotatoriorum* nov. spec.

Fig. 165. Eine *Diurella* spec. mit Zoocysten erfüllt; alle sind bis auf eine durch Schwärmerbildung entleert. In jeder Cyste der blaß-fleischfarbige Nahrungsrestballen. Vergr. 250.

Fig. 166_{1-4}. Schwärmerbildende Zoocyste von abnormer Größe. Siehe S. 83. Kontinuierliche Beobachtungsreihe; jedoch nicht alle Phasen dargestellt. $_1$ Plasma matt-glänzend, fein- und gleichmäßig körnig, etwas glasig. Nahrungsvakuole von dem, aus stark lichtbrechenden, groben Körnern zusammengesetzten Nahrungsklumpen nahezu ganz erfüllt. $_2$ Nahrungsklumpen bedeutend kleiner als die sehr scharf umgrenzte, kreisrunde Vakuole. $_3$ Nahrungsvakuole (zentraler Saftraum) endgültig verschwunden; Volumenabnahme der Cyste; im Plasma gleichmäßig verteilte kontraktile Vakuolen (Spiel der kontraktilen Vakuolen). $_4$ Plasma in scharf begrenzte polygonale Portionen (in die Schwärmer) zerfallen; in jeder einige (2) kontraktile Vakuolen. $_5$ Zoocyste von normaler Größe (zum Vergleich) mit in die Schwärmer zerfallenem Inhalt. Vergr. 500.

Fig. 167. Schwärmer.

Fig. 168. Sporocysten. a) Dauersporen mit gleichmäßig körnigen Inhalt (rechts nebenan eine entleerte Zoocyste mit dem Ingestarest). b) Dauersporen mit einer rundlichen, helleren Stelle in der Mitte; 8-sporige Cyste. Vergr. 500.

Fig. 169—187. *Amylophagus algarum* nov. gen. nov. spec.

Fig. 169. a) Ganz junge Amöbe mit zwei diametral gegenüber befindlichen, spitzen Pseudopodien und vier bereits aufgenommenen Stärkekörnern im Innern. b) Nächst älterer Zustand; keine Pseudopodien, Körper mehr gerundet, im Innern Stärkekörner. Vergr. 750.



Fig. 170. Eine rundliche, pseudopodienlose, mit aufgenommenen Stärkekörnern vollgepackte Amöbe (a) in einer reichlich Stärkekörner enthaltenden, desorganisierten *Zygnema*-Zelle; bei b und c Stärkekörneransammlungen, von denen die Amöbe kaum zu unterscheiden ist. Vergr. 750.

Fig. 171. a) Eine solche Amöbe wie die in Fig. 170 dargestellte, noch die amöboiden Gestaltveränderungen zeigend. Auf diesem Stadium erscheint der Organismus als ein Klumpen von Stärkekörnern. Den 19. August 1897, nachmittags um 1 Uhr. b) Dieselbe Amöbe um 4 Uhr nachmittags. Stärkemenge geringer, zum Teil bereits verdaut, die Amöbe hat sich abgekugelt und mit einer Hüllenmembran umgeben, sie ist zur Cyste geworden. Zwischen der Stärkeansammlung und der Cystenmembran ist das dichte mattglänzende Plasma zu sehen; Vakuolen sind noch nicht vorhanden. c) Den 20. August, nachmittags 5 Uhr. Stärkeverdauung noch weiter fortgeschritten; die Cyste zeigt zwei große Vakuolen, das mattglänzende, dichte *Amylophagus*-Plasma und die noch nicht verdauten Stärkekörner. Ein häufig anzutreffender Zustand. Vergr. 750.

Fig. 172. Habitusbild. *Amylophagus*-Cysten in einer *Spirogyra*-Zelle; Stärkekörner führende Vakuolen vortäuschend. Vergr. 500.

Fig. 173 $a_{1,2,3}$, b. Weiterentwicklung der Zoocyste (Schwärmerbildung). $a)_{1,2,3}$. Die Zahl der Vakuolen (nv), die nur durch dünne, aus mattglänzendem, dichtem Plasma bestehende Lamellen voneinander getrennt werden, nimmt zu: die Stärke ist bis auf winzige Körnchen, die entweder in den Knotenpunkten der Plasmalamellen oder in den Vakuolen liegen, verdaut; die Cyste ist von einem aus Plasma gebildeten Schaumgewebe erfüllt. b) (die Cyste a_3 in weiterer Entwicklung). Durch Spaltung der Plasmawände ist der Inhalt in kegelförmig nach innen vorspringende Portionen, in die Schwärmer zerfallen, die im Augenblicke ihrer Bildung noch die ihnen zugefallene, abgerundete, aber rasch verschwindende, große Vakuole (nv) und die vorher aufgetretene kontraktile Vakuole (cv) zeigen; auch die sich bewegenden Geißeln sind bereits in den Zwischenräumen zu erblicken. In einigen Nahrungsvakuolen (nv) die unverdaut gebliebenen, winzigen Stärkekörnchen. Vergr. 750.

Fig. 174. Zoocyste mit den ausgebildeten, sich bewegenden Schwärmern. Im Hinterteil zweier Schwärmer einige winzige, noch unverdaute Stärkekörnchen. Vergr. 750.

Fig. 175. Stark entleerte Zoocyste mit einem eben austretenden Schwärmer; das Hinterende geht voran, das begeißelte, die kontraktile Vakuole enthaltende Vorderende folgt zuletzt.

Fig. 176 a—h. Im Lumen der Wirtszelle umherschwimmende Schwärmer. a) Schwärmer ohne Pseudopodien. b) Mit schwanzartig ausgezogenem, dünnem Pseudopodium. c) Mit einem längeren schwanzartigen, und einem schwächeren mehr seitlichen Pseudopodium am Hinterende. d) Mit zwei schwalbenschwanzartigen Pseudopodien. e) Mit mehreren dünnen und spitzen Pseudopodien am Hinterende. f) Mit zwei diametral gegenüberstehenden, in der Querachse entwickelten Pseudopodien. g) Unregelmäßig gestalteter Schwärmer mit einem Pseudopodium am Hinterende und zwei seitlichen am Vorderende. h) Amöboide Gestaltveränderung des Hinterendes.

Fig. 177 a, b. Details des Schwärmerdurchtrittes durch eine Membran. a) Durch die Cystenmembran (cm); p feines, spitzes Perforationspseudopodium am Hinterende; Vorderende mit den Geißeln im Innern der Cyste. b) Durch die Membran der Wirtszelle; 1. langes und feines, auch pendelnde Bewegungen ausführen-

des, hinausgestecktes Perforationspseudopodium (p); 2. hinausgetretenes Hinterende eines Schwärmers mit drei solchen langen und feinen Pseudopodien; 3. Perforationspseudopodium in Rückbildung begriffen. g = Geißel; cv = kontraktile Vakuole.

Fig. 178 a, b. a) Ein durch die Wirtszellmembran ausgetretener Schwärmer mit zwei in der Querachse spitz ausgezogenen Pseudopodien, der Wirtszelloberfläche flach aufliegend. b) Derselbe im Begriffe sich loszulösen, aber noch mit der Spitze des einen Pseudopodiums festklebend.

Fig 179. Durch Schwärmerbildung entleerte Zoocyste (zc) in einer *Zygnema*-Zelle; die aus derselben ausgetretenen 6 Schwärmer sind noch im Lumen dieser Wirtszelle zu kleinen, nur 8 μ im Durchmesser besitzenden Zoocysten (f) geworden. Alle Stärke der *Zygnema*-Zelle hat *Amylophagus* in sich aufgenommen und nur die bräunlich verfärbten Reste des *Zygnema*-Zelleibes sind zurückgeblieben. Vergr. 500.

Fig. 180. Ovale und etwas nierenförmige Zoocysten. Die Cyste a steht der Schwärmerbildung nahe; Schaumstruktur, Stärke nahezu verdaut. Vergr. 500.

Fig. 181. a) Teilung des Cysteninhaltes in zwei, b) in vier gleichgroße „Stärkeballen“. Weiterentwicklung derselben; in der Cyste a entstanden aus ihnen unter Ausscheidung einer eigenen Cystenmembran und Auflockerung resp. Verdauung des „Stärkeklumpens“ zwei, in der Cyste b vier s e k u n d ä r e Zoocysten von annähernd gleicher Größe. Vergr. 750.

Fig. 182. Solche sekundäre Zoocysten wie in Fig. 181, von merklich verschiedener Größe und Form. Vergr. 750.

Fig. 183. Kontraktion des Cysteninhaltes ohne Teilung („plasmolytische Kontraktion“ Zopf's). a) Nackter „Stärkeklumpen“. b) Durch Membranausscheidung und teilweise Verdauung (Auflockerung) desselben entstandene sekundäre Zoocyste. Vergr. 750.

Fig. 184. Durch Schwärmerbildung entleerte Zoocyste, die ihren Inhalt dreimal konzentrisch kontrahiert hatte. Vier ineinander geschachtelte Cystenmembranen. Vergr. 1000.

Fig. 185 $a_{1,2}$ und b_{1-6}. Zwei Cysten, welche den 31. Aug. 1897 nachmittags 5 Uhr in Beobachtung genommen wurden. Die obere dünnwandige Cyste a wurde zur Zoocyste. Den 1. Sept. 1897 vormittags 9 Uhr 20 Minuten war der früher einheitliche Saftraum durch eine Plasmalamelle in zwei Hälften geteilt (a_1), in der links-unteren Hälfte mattglänzendes, homogenes *Amylophagus*-Plasma neben der Ansammlung der Stärkekörnchen. Um 5 Uhr 25 Minuten nachmittags erfüllt das charakteristische plasmatische Schaumgewebe die Cyste, alle Stärke ist bis auf wenige kleine Körnchen verdaut (a_2); Stadium vor der Individualisierung der Schwärmer! Die untere Cyste b hingegen wurde zur Sporocyste. Den 31. August 5 Uhr nachmittags in der starkwandigen, doppeltkonturierten Cyste, neben der Stärkeansammlung, der Wand anliegend eine ziemlich dicke Schicht grobkörnigen Plasmas. Den 1. Sept. 1897 um 9 Uhr 20 Minuten vormittags löste sich das grobkörnige Plasma etwas kontrahierend von der Cystenwand ab und erscheint im Cystenzellsaft frei suspendiert, zeigt hierbei träge, amöboide Gestaltsveränderungen und eine langsam wallende, drehende Bewegung (b_1) (die Stärkekörner sind in dieser Figur — der Deutlichkeit wegen — nicht eingezeichnet); später nahm die Plasmamasse eine regelmäßigere, gerundete Gestalt an; im Saftraum der nackten Plasmablase liegen die Stärkekörner (b_2). Um 11 Uhr 15 Minuten vormittags war der Saftraum verschwunden; die Stärkekörner liegen in der Mitte der bedeutend kontrahierten, kugeligen, aus grobkörnigem Plasma bestehenden, noch membranlosen jungen Dauerspore (b_3). Die Dauerspore erhält nun eine starke, doppelt

konturierte, glatte Membran und die noch nicht verdauten Stärkekörner werden in der Mitte zu einem kompakten Ballen zusammengedrängt (b_4). Die Verdauung der Stärkeeinschlüsse schreitet fort, sie verschwinden immer mehr und mehr, das Plasma wird feinkörniger; an der Innenfläche der Membran fällt eine Lage gleichmäßiger Körnchen besonders auf (b_5). Nach dem völligen Verschwinden der Stärke liegt in der Mitte ein großer, matt- und fettglänzender Körper. Die reife Dauerspore zeigt nun das Aussehen einer Oospore eines Oomyceten aus der Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe (b_6). Vergr. 750.

Fig. 186. Stärkeerfüllte *Amylophagus*-Cysten in einer *Zygnema*-Zelle; vom farbigen Inhalt der Wirtszelle haben sie nichts aufgenommen. Vergr. 500.

Fig. 187. *Amylophagus*- und *Pseudospora parasitica*-Cysten in einer abgestorbenen *Spirogyra*-Zelle. Die Cysten der *Pseudospora* mit ihren gelbbraunen Ingestarestballen unterscheiden sich scharf von den farblosen, stärkeführenden *Amylophagus*-Cysten. Vergr. 500.

Fig. 188—190. *Endospora ovalis* nov. gen. nov. spec.

Fig. 188. Im Innern einer oblongen, in einer *Oedogonium*-Zelle liegenden *Amylophagus*-Cyste (ah) liegt von ihrer eigenen Hülle (h) umgeben die ovale Dauerspore (sp) mit den zahlreichen kugeligen Fetttropfen. Im Raume zwischen der *Endospora*-Cystenhülle (h) und der *Amylophagus*-Cystenhülle (ah) liegen nicht aufgenommene Stärkekörner d. h. Inhaltsreste der *Amylophagus*-Cyste. Vergr. 750.

Fig. 189. Dauersporen (sp) von der Sporocystenmembran (h) und *Amylophagus*-Cystenmembran (ah) umgeben. Vergr. 750.

Fig. 190. Von der primären (*Amylophagus*-)Cystenmembran (ah) umhüllt liegt in der Cyste a neben der *Endospora*-Dauerspore (sp) eine, in der Cyste b zwei sekundäre *Amylophagus*-Cysten (am). Vergr. 750. Siehe den Text S. 90 Anm.

Fig. 191—198. *Olpidiopsis Schenkiana.*

Fig. 191. Zoosporangium im Stadium der Ballung. Der dicke plasmatische Wandbelag, welcher den durch den Zusammenfluß mehrerer großer Vakuolen entstandenen, zentralen Saftraum umschließt, zeigt deutlich die rundlichen Schwärmeranlagen. Vergr. 500.

Fig. 192, a) Amöboider, primärer Schwärmer während des Ruhestadiums vor der Mündung des Entleerungshalses. b) Sekundärer Schwärmer; 6 μ lang, 4 μ breit, von der Seite, c) vom Rücken gesehen; d) optischer Querschnitt. cv = kontraktile Vakuole.

Fig. 193 a, b. Eingeschachtelte Zoosporangien. a) Das sekundäre Zoosporangium entwickelte seinen Entleerungshals durch die Sporangiumwand hindurch, dem primären gegenüber. b) Das sekundäre Zoosporangium bildete zwei Entleerungshälse, die merkwürdigerweise in der Längsrichtung der Wirtszelle wuchsen und demzufolge übermäßige Länge erreichten; nur einer von ihnen, der ins freie Wasser kam, erscheint geöffnet, der andere blieb geschlossen. Vergr. 500.

Fig. 194. Der an der Oberfläche einer *Spirogyra*-Zelle zur Ruhe gekommene, abgekugelte, bereits mit einer Membran umhüllte Schwärmer dringt mittels eines ziemlich dicken Keimschlauchs durch die Membran der *Spirogyra*-Zelle. An der gefährdeten Stelle hatte die *Spirogyra* eine hügelförmige Masse von Wandsubstanz zur Abwehr ausgeschieden (ws); unter derselben ist eine Ansammlung körnigen Plasmas sehr auffällig. Der Inhalt des *Olpidiopsis*-Schwärmers erscheint bereits zum Teil entleert, worauf die große Vakuole (v) im kugeligen ehemaligen Schwärmerkörper hinweist. Auch im Keimschlauch ist eine Vakuole (v_1) sichtbar. Vergr. 750.

Fig. 195. Vollkommen entleerter Keimling auf einer *Spirogyra*-Zelle. Die Wandverdickung an der Eindringestelle ist von einem feinen Kanal durchbohrt. Das eingedrungene Parasitenplasma, wahrscheinlich der runde, helle Fleck (o) vom körnigen Wirtszellplasma umgeben, hat sich von der Wirtszellwand losgelöst und schwimmt als lebhaft fluktuierende Umrißänderungen zeigender Plasmaklumpen (P) ganz frei im Saftraum der Wirtszelle. Vergr. 1000.

Fig. 196. Durch aktive und passive Bewegungen bis zum Zellkern der *Spirogyra*-Zelle (n) gelangter, abgekugelter, nicht mehr nackter, 5 μ großer *Olpidiopsis*-Keim (o). Im dichten, weißlich glänzenden Plasma schon ein stark lichtbrechendes und glänzendes Fetttröpfchen sichtbar. Sehr junges Stadium des Parasiten, der nun hier seine Weiterentwicklung beginnt. Die Wirtszelle erscheint noch in keiner Weise sichtbar, krankhaft alteriert. Vergr. 750.

Fig. 197. Etwas älteres Stadium als in Fig. 196. Drei dicht aneinander gedrängte junge *Olpidiopsis*-Individuen. Im weißen sehr fein granulierten Plasma mehrere stark glänzende Fettbrocken. Das Spiralband der *Spirogyra* ist krankhaft verändert, geschrumpft, die gezackten Ränder und die Pyrenoide sind verschwunden. Vergr. 500.

Fig. 198. Drei nebeneinander liegende Individuen; ein ähnlicher Fall wie in Fig. 197, jedoch ein viel älteres Stadium. Mehrfach-Infektion. Aufknäulung des stark affizierten Chlorophyllbandes in der Nähe des Parasiten. *Spirogyra*-Zelle abgetötet. Vergr. 250.

Fig. 199—208. *Olpidiopsis oedogoniorum* (Sorokin).
(Siehe auch Taf. 5 Fig. 207 d und 208.)

Fig. 199. In eine *Oedogonium*-Zelle eindringender Keimling. Der abgekugelte Schwärmer (s) mit dem Appressorium (a). Vergr. 750.

Fig. 200. In der oberen Zelle des *Oedogonium*-Fadens drei junge Parasiten, das weißliche, mattglänzende Ancylistineenplasma mit den eingesprengten, starkglänzenden Fettbrocken zeigend. In der unteren Zelle zwei Zoosporangien mit entwickeltem Entleerungshals. Das Sporangium a im scheckigen Zustand. Vergr. 372.

Fig. 201 a, b. a) Zoosporangium mit großen, rundlichen Vakuolen. (Vakuolenstadium.) An der Spitze des bereits entwickelten Entleerungshalses die Kappe der stark lichtbrechenden, verquellenden Membransubstanz. b) Die Vakuolen zu einem zentralen Saftraum zusammengeflossen.

Fig. 202 zeigt die „amöboiden" Umrißänderungen des zentralen Saftraumes. Vergr. 1000.

Fig. 203. Schwärmeranlagen bei sehr starker Vergrößerung, wenn auch die primären Schwärmer ausgebildet werden. Vor dem Verschwinden des zentralen Saftraumes.

Fig. 204. Schwärmeranlagen nach dem Verschwinden des zentralen Saftraumes, vor dem Ausschwärmen der primären Schwärmer.

Fig. 205. Primärer Schwärmer. Körper bereits abgekugelt, noch die zwei kurzen (reduzierten) Geißeln zeigend.

Fig. 206 Encystierte primäre Schwärmer, vor der Entwicklung der sekundären Schwärmer.

Fig. 207 a—c. Entleerte Zoosporangien. Vergr. 500.

Tafel 5.

Fig. 207d und 208. *Olpidiopsis oedogoniorum* (Sorokin).

(Siehe auch Tafel 4 Fig. 199—207c.)

Fig. 207d. Entleertes Zoosporangium; in der leeren *Oedogonium*-Zelle außer demselben noch die Sporocyste (spc) einer anscheinend neuen *Diplophysalis* spec. Vergr. 500.

Fig. 208a, b. Oosporen (osp). Dem zum *Oogonium* gewordenen weiblichen Individuum (♀) sitzt das entleerte männliche (♂), als *Antheridium* an. Vergr. 1000.

Fig. 209—219. *Lagenidium oedogonii* Scherff.

Fig. 209a—c. Eindringen des Keimlings in die *Oedogonium*-Zelle. a) An der Oberfläche der Wirtszelle zur Ruhe gekommener, abgerundeter Schwärmer. b) Unter der Anheftungsstelle hat die Wirtszelle zur Abwehr ihre Membran hügelförmig verdickt; eine Ansammlung körnigen Plasmas zwischen der Wand und dem an dieser Stelle zurückgezogenen Chromatophor deutlich. c) Der Keimling (k) hat extramatrikal einen dicken, sphäroidal ausgebauchten Keimschlauch (ein „Appressorium“ (a)) entwickelt; der Inhalt ist weißglänzendes, homogenes Plasma, die zahlreichen kleinen Fetttröpfchen des Schwärmers sind zu einigen größeren, wandständigen zusammengeflossen.

Fig. 210a, b. a) Junge Vegetationskörper mit eigentümlich weißglänzendem, dichtem Plasma. b) Mit ebensolchem, aber scholligem Plasma; im desorganisierten, chromatophorführenden Plasmaschlauch der Wirtszelle zahlreiche, kleine, braune Klümpchen (Säurewirkung auf das Chlorophyll?). Vergr. 500.

Fig. 211. Späteres Stadium. Scheckiger Zustand. In der Mitte zwei große, scharf umschriebene Vakuolen (v). Vergr. 750.

Fig. 212a, b. Zwei Zoosporangien auf einem ähnlichen Stadium; Vakuolenstadium. Entleerungshals hinausgewachsen. a) Den 14. Aug. 1897 um $^1/_4$12 Uhr vormittags; b) dieselben um $^1/_2$3 Uhr nachmittags; die Vakuolen sind bestrebt, zu einem zentralen Saftraum zusammenzufließen.

Fig. 213. In der Entwicklung weit vorgeschrittenes Zoosporangium. An der Spitze des Entleerungshalses (e) die Kalotte der stark lichtbrechenden, zur Blase verquellenden Substanz. Die Membran des extramatrikalen Keimlings (k) ist noch erhalten; der Infektionsfaden (i) als kurzes, intramatrikales Stielchen erkennbar. Vergr. 500.

Fig. 214. a) Die entleerte, vor der Mündung des Entleerungshalses (e) liegende, einheitlich erscheinende, langsam wallende, amöboide Bewegung zeigende Plasmamasse. b) Diese in die sekundären Schwärmer zerklüftet, die sich allmählich individualisieren, und bereits ihre Geißeln entwickeln.

Fig. 215. Sekundärer Schwärmer. a) Von der Seite. b) Vom Rücken gesehen. Stark vergrößert.

Fig. 216a—g. Entleerte Zoosporangien. a) Sporangium mit astförmigen Aussackungen. Vergr. 500. b) In der oberen *Oedogonium*-Zelle ein kleines, leeres, wurmförmiges; in der unteren zwei ebenfalls wurmförmige, zusammengekrümmte, aber noch unreife Sporangien. Vergr. 500. c) Ein sehr regelmäßig gestaltetes, oblong-gestrecktes Sporangium; an dem einen Ende der sehr schön entwickelte Infektionsfaden (i), welcher zur Infektionsstelle hinführt (Vergr. 500). d) Zwei kleine ovale Sporangien mit sehr deutlichem Infektionsfaden, durch welchen das im Lumen der *Oedogonium*-Zelle liegende Sporangium an die Wirtszellmembran ange-

heftet erscheint. Vergr. 500. e) und f) Sporangien, welche zwei Entleerungshälse (h) entwickelt hatten, von denen der eine abnorme Länge erreichte und geschlossen blieb. Vergr. 372. (Das Sporangium Fig. 216e ist das in Fig. 210b im Jugendstadium dargestellte.) g) Sporangium, welches auch die primären Schwärmer ausgebildet hatte. Vor der Mündung des langen Entleerungshalses — wie bei *Achlya* — der Haufen der Cystenhüllen. Infektionsfaden (i) deutlich. Vergr. 500.

Fig. 217 a, b. Oosporen (osp). a) Dem Oogonium (og — dem weiblichen Individuum) sitzt ein schlauchförmig gestrecktes, entleertes an, das als *Antheridium* (an) fungierte. Unterhalb diesem Paar, ein kleiner, inhaltsleerer Thallus am Infektionsfaden hängend. b) Wie a; *Antheridium* (an) rundlich, etwas eiförmig; an der Innenfläche seiner Wand haften einige stark lichtbrechende Inhaltsreste. Vergr. 500.

Fig. 218. Bräunliche Dauerspore mit dicht-stacheliger Membran, die wahrscheinlich nicht dem *Lagenidium oedogonii*, sondern einer als Parasit eingedrungenen Monadine angehört. Im Lumen der *Lagenidium*-Zelle körnige Inhalts-(Nahrungs-?) reste. Vergr. 750.

Fig. 219. Gemmenbildung (?) in einem wurmförmig zusammengekrümmten Vegetationskörper. Vergr. 500.

Fig. 220—221. *Woronina glomerata* Cornu (siehe S. 59).

Fig. 220. Zwei Amöben in *Vaucheria* mit den braunen, körnerförmigen Ingestaresten in der Nahrungsvakuole (nv). Die Nahrungsvakuole der Amöbe b steht unmittelbar vor dem Platzen und der Ausstoßung der Nahrungsreste. Vergr. 500.

Fig. 221. Vier Zoocysten (Sporangien); eine durch Schwärmerbildung entleert (a), mit Entleerungshals. Ringsumher liegen die ausgestoßenen, braunen Nahrungsrestkörner. Vergr. 500.

Fig. 222. *Olpidium gregarium* Now.? (siehe S. 66).

Schwärmer; 2—3 gleichgroße Fetttröpfchen; einige kleine Vakuolen in der hinteren Körperhälfte; an der Geißelbasis ein stärker lichtbrechendes, dichtes Korn (Basalkörperchen?). Bei der Zoospore a die Geißel in uhrfederartig gekrümmter Stellung (vor dem „Hüpfen"). Vergr. 500. Vgl. auch Taf. 3 Fig. 154 bei a; *Pseudospora parasitica*-Schwärmer.

(Pflanzenphysiologisches Institut der tschechischen Universität in Prag.)

Beitrag zur Kenntnis der Organisation der Cyanophyceen.

Von
Dr. Silvestr Prát.

(Hierzu 3 Textfiguren und Tafel 6.)

Trotzdem die Literatur über die Cytologie der Cyanophyceen in der letzten Zeit wieder bedeutend bereichert wurde, können wir im Verhältnis zur Menge dieser Arbeiten keinen wesentlichen Fortschritt verzeichnen. Und wenn unsere Kenntnisse über die Organisation und Physiologie dieser Organismen namentlich durch die Arbeiten von. E. G. Pringsheim, K. Boresch, G. Schmid u. a., in denen auch die übrige Literatur angeführt ist, stark gefördert wurden, liegt es daran, daß zu diesen Untersuchungen neue Methoden herangezogen wurden. Dagegen können wir bei Behandlung der cytologischen Fragen nur immer wiederkehrende Mißverständnisse konstatieren. Sicher ist nur, daß die Organisation der Cyanophyceenzelle bedeutend von dem Typus der „normalen“ oder „typischen“ Zellen abweicht, daß die üblichen Präparationsmethoden uns verschiedene Bilder zeigen, deren Deutung ganz nach persönlichem Geschmack — wenn nicht Vorurteil des Untersuchers geschehen kann und in denen man typische Karyokinese sowie Kohlenhydratmitosen mit gleicher Berechtigung sehen kann.

By hardening and staining highly organized animal and vegetable cells in the way that cytologist usually employ, one may obtain preparations which readily reveal the structure of these elements, but the employment of these and other simple methods in the case



of the Cyanophyceae are not at all as fruitful in results (MACALLUM 16). Und doch kann uns nur dieselbe Methode oder Reaktion eine Analogie oder sogar Homologie beweisen. Heute steht fest, daß die gewöhnlichen cytologischen Methoden keine Analogien zwischen Cyanophyceen und „typischen“ Zellen oder sogar Kernteilungen erkennen lassen, obwohl auch die Arbeiten der letzten Zeit wiederum nur mit cytologischen Präparationsmethoden die Ähnlichkeit der Cyanophyceenzellteilung mit primitiver Mitose zu beweisen (DEHORNE) oder abzulehnen suchen (HAUPT).

Die Arbeiten, welche mit einer mehr experimentellen Methodik, die über die üblichen Färbungsmethoden hinaus die Ansichten über die Struktur der Cyanophyceenzelle zu stützen suchten, sind merkwürdigerweise sehr kühl, wenn nicht direkt ablehnend aufgenommen worden. Deswegen entscheidet auch nicht diese Frage in seiner Karyologie TISCHLER und betont, daß hier jedenfalls noch weniger als anderswo „das letzte Wort gesprochen ist“. Da TISCHLER hier das Hauptsächlichste anführt (Literatur) und da in vielen Arbeiten (HEGLER, KOHL, ZACHARIAS 1907, GUILLIERMOND, BAUMGÄRTEL) die ältere Literatur ausführlich besprochen wird, kann ich mich im weiteren nur auf die notwendigsten Literaturangaben beschränken.

In der Literatur findet man mehrfach Angaben über die Veränderlichkeit in der Struktur der Cyanophyceenzelle, namentlich über den wechselnden Gehalt der Zellen an Körnern in verschiedenen Entwicklungszuständen. Hinsichtlich der Zentralsubstanz konnte festgestellt werden, daß ihr Vorhandensein oder Fehlen und ihre Quantität durch die Art der Kultur bedingt sein kann (ZACHARIAS 1890, 15; 1904, 49). J. MASSART (1901) hat gute Abbildungen der Phormidiumfäden unter verschiedenen Ernährungsbedingungen gegeben (pl. II., fig. 12, 13, 14.). Some of the structures are constant, while others may or may not be present, according to conditions which have not yet been definitely determined (GARDNER 259). GUILLIERMOND gibt einige Beispiele verschiedener Struktur in Zellen verschiedenen Alters. „Da aber die Qualität und Quantität der Endoplastensubstanz nicht nur bei den einzelnen Blaualgenarten, sondern auch bei ein und derselben Spezies von Zelle zu Zelle variabel und eine ökologische Funktion ist, so lassen sich all die Widersprüche verstehen, welche bezüglich des Vorhandenseins, der Form, des Baues und der Deutung des Zentralkörpers die einschlägige Literatur so unerquicklich gestalten. Jeder Forscher müßte andere Bilder zu Gesichte bekommen, da ihm anderes und anders beeinflußtes Material vorlag“ (BAUMGÄRTEL 101).

Ich kann hier nicht mehr Fälle, in denen man über die Abhängigkeit der Cyanophyceenstruktur von äußeren Bedingungen spricht, anführen; es wäre auch aus dem Grunde überflüssig, da diese mehr gelegentlichen Beobachtungen nirgends zu bestimmten Resultaten gelangten und weil namentlich in älteren Arbeiten verschiedene Bestandteile der Zellen nicht genügend unterschieden wurden. Es ist sehr merkwürdig, daß dieser Frage so wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde, ja sogar daß nach den angeführten Beobachtungen, die sich mit dieser Frage beschäftigenden Arbeiten direkt abgelehnt wurden. Die Arbeit von MARX wurde von HEGLER abgelehnt, KOHL charakterisiert sie als vollständig unbrauchbar. Auch A. FISCHER hat mehr theoretischen Betrachtungen über Kernplasmarelation oder Chromatophoren (Zentralsubstanzrelation und über die Kernteilungsfrequenz als Kulturen und Experimenten in seinen Arbeiten eingeräumt, wenn er beweisen wollte, daß „Pseudomitosen“ nur Reservestoffe darstellen. Es ist um so merkwürdiger, als man die direkte Abhängigkeit der Organisation und Ausbildung der Cyanophyceenzelle von den Ernährungsbedingungen leicht nachweisen kann. Bevor wir zu dem experimentellen Teil der Arbeit übergehen, sei eine kurze Darstellung der Gliederung einer wohl entwickelten Cyanophyceenzelle gegeben.

Als überall anerkannt kann man die Deutung von CROW (87) anführen: Most writers are agreed, however, and it can easily be demonstrated in the living cell of many forms, that there are three parts, namely the central region, rich in central granules, the peripheral protoplasm containing the pigment and cyanophycin granules, and the cell membrane.

Bei der Deutung und Beschreibung dieser Bestandteile stehen aber die Meinungen einander schroff gegenüber. Die sternförmige Ausbildung der Zentralsubstanz mit zahlreichen feinen Ausläufern hat A. FISCHER (1897) als Artefakt gedeutet. Schon KOHL hat aber bewiesen, daß im Gegenteil kugelige und scharf begrenzte Gebilde durch Zerreißen und Einziehen feiner Äste entstehen und als Artefakte zu bezeichnen sind. Es ist merkwürdig, daß man diese Frage als für alle Cyanophyceen gültig lösen wollte und man kann kaum einsehen, warum bei verschiedenen Spezies, wenn man auch von dem Zustande der Zelle absieht, nicht verschiedene Formen vorkommen sollten. *Nostoc commune* zeigt z. B. bei Vitalfärbung mit Methylenblau sehr schön sternförmig verzweigte Zentralsubstanz, bei *Nostoc ellipsosporum* habe ich aber nur kugelige oder längliche Zentralkörper ohne jede Ausläufer beobachtet. An den Präparaten kann man oft,

z. B. bei *Nostoc commune* sehr schön sternförmige Zentralsubstanz beobachten, wenn man mit Löffler's Methylenblau färbt und mit 1—10 proz. H_2SO_4 differenziert; diese kann aber nach kurzer Erfahrung von der normalen Struktur unterschieden werden und als Artefakt, durch Lösen der Cyanophycinkörner und eventuelle Pseudoplasmolyse entstanden erkannt werden.

In dieser Zentralsubstanz oder Zentralkörper (central body) liegen oft Granula verschiedener Größe und in verschiedener Anzahl (Zentralkörner, Volutin). Deren Verhalten habe ich 1920, II. bei 7 Cyanophyceen (Oscillatoriaceae, *Nostoc*, *Rivularia*) durch 68 mikrochemische Reaktionen charakterisiert und ich brauche hier nicht wieder darauf einzugehen. Weil unter bestimmten — meistens aber abnormalen — Verhältnissen die Zentralsubstanz von den in ihr eingelagerten Körnern schwer zu unterscheiden ist, mögen hier die Differenzierungsmerkmale eingeführt werden:

Zentralkörper:	Zentralkörper:
Diffus ohne scharfe Begrenzung	scharf begrenzte Körner oder Ringe
Methylenblau färbt:	
lichtblau	intensiv dunkelblau oder metachromatisch
und die Färbung ist in schwachen Säuren	
nicht beständig	resistent

Unterschiede im physiologischen Verhalten (Ernährungsbedingungen) sind weiter im experimentellen Teil angeführt.

Es werden aber noch weiter Fälle beschrieben, die vollständig den Eindruck machen, als ob die Zentralkörner im Zentralkörper zerfließen und die Unterscheidung beider Substanzen sehr fraglich erschien. Deswegen habe ich die Vermutung über die Verwandtschaft der Zentralkörper mit der Zentralsubstanz ausgesprochen (1920), was auch der Ansicht von Baumgärtel (126), daß „in diesem Zustande sich die Endoplasten in ihrem ganzen Verhalten stark den Epiplasten nähern“ entspricht. Es bleibt aber auch jetzt nur als Vermutung, deren Berechtigung vielleicht erst künftige Untersuchungen beweisen müssen.

Im Chromatoplasma werden hie und da Cyanophycinkörner eingelagert. Diese wurden schon von Kohl genügend mikrochemisch charakterisiert und man kann sie von den Zentralkörnern namentlich durch Färbung und durch geringe Säureresistenz immer schnell und gut unterscheiden. Die Beziehungen dieser Körner zu den Ernährungsverhältnissen bedürfen noch der Erklärung. Einige von meinen, ganz zufälligen Beobachtungen sind in den Tabellen erwähnt. Namentlich die Stickstoffverbindungen scheinen ihre Bildung zu unterstützen.

Zentralkörper.

Schon lange bekanntes Gelbwerden verschiedener Cyanophyceen (P. Richter) wurde als Folge des Stickstoffhungers erkannt (Boresch 1910, 1913, W. Magnus — B. Schindler 1912, Schindler 1913). — Bei Oscillariaceen ist der Farbwechsel wohlbekannt. Sporenbildende Cyanophyceen bilden meistens nach Erschöpfung des Mediums die Sporen und die übrig gebliebenen vegetativen Zellen sterben ab. Aber auch unter den Nostocaceen kann man oft gelbe Kolonien beobachten. Ich beobachtete in einer alten *Nostoc*-Kultur ganz gelbe Kolonien von unregelmäßiger Gestalt. Sporen wurden nicht gebildet. Nach Übertragen der Kolonien in feuchte Kammer in 0,01 proz., 0,1 proz. $Ca(NO_3)_2$, 0,1 proz. KNO_3 konnte ich das Ergrünen der Kolonien unter dem Mikroskope gut verfolgen. Trotzdem das Volumen des Tropfens auf dem Objektträger nicht groß war, ergrünten die Kolonien in einer Woche vollständig und intensiv. Die Größe und Gestalt der Kolonien, durch Zeichnung (Abbe's Zeichenapparat) kontrolliert, änderte sich dabei nicht. Schon in vivo kann man bei den gelben Kulturen auch Veränderungen in der Zellstruktur beobachten. Während die gelben oder orangefarbigen Cyanophyceenfäden oder Zellen auffällig homogen in besonderem Glanz erscheinen, kann man nach Ergrünen der Zellen und Verlust des Glanzes das Hervortreten verschiedener Strukturen und Granulationen beobachten. Um diese Veränderungen besser verfolgen zu können, habe ich Kulturen verschiedener Alters unter verschiedenen Bedingungen beobachtet. Das Verfolgen alter, erschöpfter Kulturen erscheint mir viel wichtiger und angemessener, als das Erzielen des Hungerzustandes durch direktes Übertragen in arme Medien (dest. Wasser), da bei allmählicher Erschöpfung sich die Zellen dem stetigen Übergange leicht anpassen und die pathologischen Degenerationserscheinungen, die beim Übertragen in reines Wasser oft vorkommen, ausbleiben. Auch Dunkelkulturen stellen gar keine ideale Methode zur Beobachtung der Hungerzustände vor, namentlich bei Pflanzen, die wie vielleicht die meisten Cyanophyceen nicht etiolieren und ohne Licht nicht wachsen. Daß Zacharias durch längere Zeit andauernde Verdunkelung kein allgemeines Verschwinden von Cyanophycin und Zentralsubstanz erzielen konnte, läßt sich dadurch erklären, daß bei eingestelltem Wachstum der Verbrauch an Reservematerialien minimal ist.

Die Einwände, die Baumgärtel gegen Reinkulturmethoden aufhebt, sind gewiß berechtigt, man muß aber auch bedenken, daß beinahe alle cytologischen Untersuchungen an Bakterien, mit denen man

oft Cyanophyceen vergleicht, an Reinkulturen gemacht wurden, wie auch nicht anders möglich ist. Und wenn einmal festgestellt ist, daß die Organisation der Cyanophyceen weitgehend von äußeren Einflüssen abhängt, kann man nur mit genauen Kulturmethoden, in denen man bekannte Bedingungen absichtlich variieren kann und nicht mit natürlichen Biotypen arbeiten. Meine Kulturen waren nur speziesrein, nicht absolut bakterienfrei, das genügte aber für Versuche mit mineralischer Ernährung vollständig. An den Resultaten änderte sich nichts wesentlich, wenn ich mit Wasserkulturen in flachen bedeckten Schalen, mit Kulturen auf durch Nährlösungen durchtränktem Filtrierpapier oder mit Schrägagarkulturen in Eprouvetten (Mineralagar) arbeitete.

Die Veränderungen wurden an Präparaten in vivo, in verschiedenen Reagentien, an verschieden gefärbten Total- oder Mikrotompräparaten beobachtet. Als schnellste und bequemste Methode, deren Resultate manchmal alle andere Methoden übertreffen, erwies sich die Lebendfärbung (mit Methylenblau oder Brillantcresylblau). Die Ablehnung der vitalen Färbung durch Baumgärtel ist nicht vollständig berechtigt. Man kann bei guten Kulturen ganz leicht auch intensiv gefärbte Fäden oder Hormogonien verschiedener Cyanophyceen ohne jede Beschädigung in lebhafter Bewegung beobachten.

Wenn man die Cyanophyceen von alten, durch Aushungerung gelbgewordenen Kulturen zu färben versucht, so gelingt die Lebendfärbung des Zentralkörpers nicht. Erst wenn die Fäden in frischer Nährlösung ergrünten, erscheint der Zentralkörper wieder und wird färbbar.

In einer einige Jahre alten Kultur bildeten die *Nostoc*-Sporen einen gelben bis rosa-orangefarbigen höckerigen Bodenüberzug. Die Sporen wurden am 20. Juli 1918 überimpft und bildeten bald kleine Kolonien, deren Fäden aber bald gelb zu werden begannen. Am 4. September waren neben vegetativen Zellen sehr viele Sporen vorhanden, ein Teil der Thalli wurde in frische Nährlösung übergetragen. Am 6. September ergab die Lebendfärbung mit Methylenblau, wenn die Färbung des Schleimes durch kurzes Differenzieren in 1 proz. H_2SO_4 beseitigt wurde: alte Kultur nicht gefärbt, Sporen nicht gefärbt, in der frischen Kultur in der Mitte der vegetativen Zellen lichtblaue Zentralkörper mit einigen kleinen Körnchen. Am 9., 12., 14. September war der Unterschied noch ausgeprägter (in der alten Kultur keine Färbung, in frischer Nährlösung Zentralkörper deutlich gefärbt, Körner größer).

Am 4. Juli 1918 wurde am Boden eines Tümpels bei Szekely-Udvarhely *Phormidium autumnale* als braunrostfarbige bis olivgrüne papierartige Überzüge gesammelt. In braunen Fäden war ein lichterer Zentralkörper deutlich, Cyanophycinkörner wurden nicht beobachtet. Am 22. Juli wurden vom trockenen Lager Stücke in Erlenmeyerkolben mit verschiedenen Lösungen übertragen. Die Resultate sind auf Tabelle II zusammengestellt.

Diese Beispiele einer Reihe ganz gleich verlaufender Versuche sollen zur Illustration der Veränderungen in Hungerkulturen und in frischen Nährlösungen, die immer wieder von neuem beobachtet werden konnten, genügen. Bei größeren Oscillariaceen, die man vital sehr gut mit Methylenblau, Methylviolett, Brillantcresylblau färben kann, kann man auch gut verfolgen, wie ein großer und anfangs intensiv sich färbender Zentralkörper nach einiger Zeit kleiner wird und sich schlecht färbt. In gelben Kulturen nimmt nur eine kleine Partie in der Mitte der Zelle die Farbe an, endlich färbt sich nichts mehr, als nur eventuell die Zentralkörner. Wenn man die Fäden dann in frische Nährlösung überträgt, erscheint die Färbbarkeit des Zentralkörpers gewöhnlich gleichzeitig mit dem Grünwerden der Fäden. Soweit einzelne für die Ernährung notwendige Elemente oder Verbindungen das Erscheinen der Färbbarkeit des Zentralkörpers bedingen oder fördern, kann man am besten an beigelegten Protokollbeispielen sehen (Tab. 2). Namentlich der günstige Einfluß der Nitrate und Phosphate erscheint deutlich, Sulfate und Kationen scheinen von untergeordneterer Bedeutung zu sein. Man muß aber achten, daß bei diesen Versuchen die einzelnen Salze nicht in vollkommener Reinheit angewandt werden konnten, da das absolute Ausschließen aller übrigen Verbindungen die Entwicklung überhaupt unmöglich machen würde. Sie waren auch wohl als Reste der alten Kultur, vom Glas, eventuell der Luft anwesend. Es ist aber begreiflich, daß das Wachstum und alle Veränderungen in kompletten Nährlösungen, in denen alle notwendigen Elemente in genügender Menge vorhanden waren, intensiver waren und länger dauerten.

Bei Verwendung konzentrierterer Nährlösungen wurde mit Steigerung der Konzentration immer Vermehrung und Vergrößerung der Körner beobachtet, so daß ich diese abnormale Steigerung der Zentralkörner als Hypervolutinose bezeichnet habe. Aber nicht nur die Zentralkörner wurden vermehrt, sondern auch die Intensität der Färbung des Zentralkörpers hat stark zugenommen (Methylenblau und Brillantcresylblau). Wenn die Cyanophyceen etwa 1 Monat in

konzentrierteren Lösungen kultiviert wurden, flossen große Körner in der Mitte der Zelle zusammen in eine kompakte Masse, die bei der Färbung auffällige Metachromasie zeigte und welche die Unterscheidung der Zentralsubstanz und der Zentralkörner nicht zuließ. Daß es sich in diesen Lösungen wirklich um Ernährungsbedingungen und nicht um Steigerung des osmotischen Druckes in 8—15 prom. Knop'scher Nährlösung handelte, zeigten die paralellen Versuche mit NaCl. Dieselbe Erscheinung wurde bei *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Nostoc* beobachtet.

Man könnte bei der Lebendfärbung einwenden, daß veränderte Permeabilität die Verschiedenheiten in der Färbung bedingt. Aber ganz gleiche Unterschiede zeigten sich nicht nur bei Färbung mit konzentriertem Löffler's Methylenblau, bei Färbung fixierten Materials (nach Alkohol, Formol), sondern auch an den Mikrotomschnitten. Auch Karbolfuchsin, Parakarmin (nach Picrinsäure) färbte gelbe Phormidiumfäden viel weniger, als ergrünte. Auch bei Einwirkung von Pepsin-Salzsäure lassen die Präparate markante Unterschiede beobachten. Bisweilen konnte man auch in Zellen, die sich nicht mehr färbten, glänzende Massen beobachten, oft aber deckten sich beide Methoden und in den Zellen, die sich nicht mehr färbten, war auch nach Einwirkung von Pepsinsalzsäure keine Zentralsubstanz mehr zu entdecken.

Einigemal wurde nach Einwirkung von 0,3 HCL oder Pepsin-Salzsäure kein „Nucleinglanz“ beobachtet; wurden die Fäden aber nach 24stündiger Färbung mit Parakarmin im Glycerin beobachtet, so war das Plasma nur ganz leicht rosa gefärbt, aber in der Mitte war neben den Resten von den Zentralkörnern ein ganz kleiner, etwa $^1/_4$ der Normalgröße erreichender Zentralkörper gefärbt. Die Kontrollfäden haben während 14 Tage in frischer Nährlösung einen gut färbbaren Zentralkörper gebildet, aber auch das übrige Plasma färbte sich viel intensiver. Dies ist aus dem Grunde wichtig, da diese Tatsache beweist, daß der Zentralkörper nicht deswegen verschwindet, weil er in der Zelle zerfließt.

Bloßes Verschwinden der Färbbarkeit wäre als eine sehr ungenügende Methode zum Beweis des Verschwindens des Zentralkörpers zu bezeichnen. Aber nicht nur verschiedene Färbungsmethoden, auch das Verhalten zu Pepsin-Salzsäure beweisen, daß weitgehende chemische Unterschiede zustande gekommen sind und daß bestimmte Substanzen von den Zellen verschwinden. Es gilt also gewissermaßen: La substance fondamentale existe toujours, mais sa colorabilité varie beaucoup (Massart, 20). Daß der Zentral-

körper nicht ganz verschwindet, beweisen die Fälle, in denen sich bei Ausbleiben der Vitalfärbung mit Methylenblau an Mikrotomschnitten der Zentralkörper durch Delafield's Hämatoxylin schwach, aber deutlich färben ließ. Sonst bestehen aber auch bei Mikrotomschnitten alle die Unterschiede, die man an lebenden oder in toto gefärbten Präparaten beobachten kann: schlechte Färbbarkeit der hungernden Kulturen gegen intensive Färbung der frisch überimpften Fäden. Safranin ist zur Cyanophyceen-Färbung wenig geeignet, aber auch in diesem können die Unterschiede beobachtet werden. Heidenhain's Hämatoxylin färbt sehr gut und die Unterschiede in der Färbung nicht nur des Zentralkörpers, sondern des ganzen Protoplasts sind auffällig. Merkwürdig ist die oft hervortretende Erscheinung, daß benachbarte Zellen und Zellenreihen sich ganz verschieden färben oder die Farbe festhalten, so daß ohne feststellbare Ursache stark gefärbte und fast vollständig entfärbte Zellreihen nebeneinander liegen.

Zentralkörner.

Meine früheren Angaben über das mikrochemische Verhalten der Zentral- oder Volutinkörner möchte ich nur durch einige Angaben über deren Gestalt und Färbung vervollständigen. Namentlich in alten Zellen kommen statt kugeliger oder ringförmiger Körper auch solche von ellipsoider oder eiförmiger Gestalt vor. In *Nostoc*-Zellen kann man nach Färbung mit Löffler und Differenzieren mit 1 proz. H_2SO_4 auch intensiv gefärbte Körner von einem Lichthof umgeben beobachten; oder intensiv blaue Ringe mit lichtblauem, violettem (ähnlich Kohl, Taf. c Fig. 12, i 4, k 4) oder farblosem Zentrum, auch unregelmäßige Ringe mit einem kleinen Körperchen in der Mitte. Nach Färbung von *Nostoc sp.* mit 1 proz. Brillantcresylblau und Auswaschen in Wasser treten im bläulichen Plasma ungefärbte Cyanophycinkörner und in großen Ringen kleine oder größere purpurrote Körnchen auf. Bei *Nostoc, Rivularia, Tolypothrix* konnte ich auch Ringe, die aus kleinen Körnchen zusammengesetzt waren, ähnlich wie sie Reichenow für *Haematococcus* angibt, beobachten.

Die Metachromasie, welche für die Zentralkörner charakteristisch ist, versuchte man in verschiedener Weise zu erklären (Kunstler et Busquet durch physikalische Eigenschaften, Beleuchtung — Massart durch Verunreinigungen der Farbstoffe, — Guilliermond phénomène d'ordre chimique). Der Ansicht von Fischer über die Konzentrierung des Farbstoffes (Methylenblau) und reflektiertes Licht

widerspricht die Beobachtung, daß bei Differenzieren in Säuren von den Körnern violette Streifen und Schlieren zerfließen und die Körner immer mehr rot erscheinen. Besonders nach Einwirkung einiger Reagentien (oft nach Quellung) tritt die violette, violettrote bis purpurrote Färbung deutlich hervor (nach 4stündiger Einwirkung 5 proz. Na_2CO_3, 72stündiger Einwirkung 20 proz. NaCl, 1 proz. KH_2PO_4, 12 proz. NaOH).

Polychromes Methylenblau (nach Unna, Grübler) färbte metachromatisch, immer besser in verdünnter als in konzentrierteren Lösungen. Rote Färbung bleibt nach Differenzieren durch 0,1 proz. HCl oder 1 proz. H_2SO_4, Auswaschen und Entwässern durch Alkohol oder Austrocknen über $CaCl_2$ und Aufbewahren in Kanadabalsam konstant und unverändert rot. Kleine Körner erscheinen oft blau, große violettrot in blauem Ring. Durch Chloroform kann man von dem polychromen Methylenblau einen violetten Farbstoff ausschütteln. Grübler's Methylenblau färbte die Zentralkörner verschiedener Cyanophyceen blau, bisweilen violett. Von der Substanz oder von 2 proz. wässeriger Lösung ging nur wenig an blauem Farbstoff in Chloroform über in unveränderter Farbe und diese blaue Farbe änderte sich auch nach mehr als einer Woche nicht. Wenn aber Löffler's Methylenblau mit Chloroform ausgeschüttelt wurde, wurde die Lösung nach einiger Zeit violett. Wenn zur wässerigen Methylenblaulösung einige Tropfen Ammoniak oder Lauge zugegeben wurden, ging violetter Farbstoff sofort ins Chloroform über. Die Metachromasie von Methylenblau ist also durch Entstehung von Methylenazur bedingt, welche in Methylenblaulösungen, namentlich durch Einwirkung von Alkalien (auch vom Glas) entsteht und von den Körnern elektiv aufgenommen wird.

Die Metachromasie von Methylgrün ist durch Verunreinigung bedingt (coloration variant de vert foncé et en violett, Guilliermond 1903). Grübler's Methylgrün (Essigsäure) färbte große Körner von *Nostoc* schmutziggrün, nach Differenzieren mit 1 proz. HCl rotbraun und zwar infolge der Verunreinigung mit Methylviolett (ein Tropfen auf Filtrierpapier färbte sich im Ammoniakdampf schmutziggrün, ins Chloroform ging violetter Farbstoff über — vgl. Pappenheim 1900, P. Meyer 1917).

Brillantcresylblau (2 prom.) in wässeriger Lösung färbte die Körner blau bis rein purpurrot. Dieser Farbstoff eignet sich auch vorzüglich für Schleimfärbungen (z. B. bei *Nostoc* enge purpurrote Scheiden, violetter bis blauer breiter Schleim) und es wäre auch möglich, da sich der Schleim bei verschiedenen *Nostoc*-Arten, *Phor-*

midium- und *Chroococcus*-Spezies verschieden leicht und in verschiedenen Farben färbt, diese Erscheinung auch in der Cyanophyceensystematik auszunützen, wie für *Gongrosira* BRAND beschreibt. Dabei wäre aber zu beachten, daß auch der Schleim sich nach den Ernährungsbedingungen verschieden färben kann und daß z. B. violettgefärbter Schleim von *Nostoc sp.* sich beim Trocknen blau färbte, im Wasser aber wieder die rote Farbe annahm.

Es ist nicht schwer, die Bildung oder das Verschwinden der Zentralkörner in Beziehung zu den Ernährungsbedingungen zu setzen. Mehrmals schon wurde konstatiert, daß Volutin bei der Zellteilung aufgelöst wird (Diatomeen — LAUTERBORN, Hefe — HIERONYMUS, GUILLIERMOND, *Haematococcus* — REICHENOW, Cyanophyceae — MAYER 1904, ZACHARIAS 1907, ACTON u. a.). IWANOFF wollte beweisen, daß das Wachstum immer einen Zerfall organischer Phosphorverbindungen zur Folge hat. In gelben Fäden können die Körner vielleicht jahrelang ausdauern, auch wenn der Zentralkörper schon längst nicht mehr färbbar ist. Am 1. Februar 1918 wurde in einem Erlenmeyerkolben mit 10 ccm MOLISCH's Nährlösung *Oscillatoria splendida?* (von der Erde von Groß Lovčic, Südmähren isoliert) geimpft. Ende Juli begann der Überzug am Boden und den Wänden sich zu verfärben und zwar vergilbten zuerst die Fäden am Glas über der Lösung. Am 31. Juli war fast die ganze Kultur braun bis ocker-orange. LÖFFLER's Methylenblau färbte in jeder Zelle 1—2 Körnchen, keinen Zentralkörper. Im August und später war die ganze Kultur ockerbraun, die Körner färbten sich unverändert noch im September 1919. Es ist nichts Überraschendes, wenn nach Einstellung des Wachstums die Reserven nicht verbraucht werden. Die An- oder Abwesenheit und Menge der Körner (in gelben Cyanophyceen) hängt also von vorgehenden Verbindungen ab, nämlich vom Verhältnis von P-Verbindungen zu den anderen Nährstoffen. Das Verschwinden in Lichtkulturen gegen Ausdauern in Dunkelkulturen (ZACHARIAS 1890) ist wohl mit dem Einstellen des Wachstums in Verbindung. Die Atmung hat gewöhnlich nicht einen Zerfall organischer P-Verbindungen zur Folge (IWANOW).

Die Versuche, mit denen PHILIPPS die Anhäufung von „Chromatin" in Kulturen von löslichen Phosphaten und Eisen erzielen wollte, wurden von der Kritik abgelehnt (HANNIG 1905, 211; ZACHARIAS 1907). REICHENOW (1910) hat aber die Notwendigkeit der Phosphorverbindungen für Volutinbildung bei *Haematococcus* einwandfrei nachgewiesen, und dasselbe konstatierten HENNEBERG (1916) und M. A. HERWERDEN (1917) bei Hefezellen. Für Cyanophyceen habe ich

(1920, I) die Notwendigkeit der Phosphorverbindungen für die Volutin- oder Zentralkörnerbildung gezeigt, hier möchte nur zusammenfassend angeführt werden: In Lösungen ohne P verschwinden die Zentralkörner, oft sterben die Cyanophyceen (*Nostoc* ist besonders empfindlich) ab. Auf diese Weise ist es auch theoretisch vorauszusehen, daß, wenn in der Zelle der Phosphor nur als ein notwendiger Bestandteil des Protoplasten selbst zurückbleibt, er nur mit dem Tode des Protoplasten abgespalten werden kann (Iwanow).

Wenn man Cyanophyceen ohne Zentralkörner in Nährlösungen, in denen P fehlt, überträgt, kann ein färbbarer Zentralkörper erscheinen, die Zentralkörner werden aber nicht gebildet. Wenn man nun Phosphate zugibt, werden sehr viel Körner gebildet. Auch in noch nicht ergrünten Fäden können bei hinreichender P-Zufuhr Körner gebildet werden (N-Mangel). Alle verwendeten, sowohl löslichen wie schwer löslichen Phosphate waren wirksam. Bei *Oscillatoria splendida* wurde gezeigt, daß Monokaliumphosphat in verschiedenen Konzentrationen die Körnerbildung ebenso begünstigt, wie tertiäres Phosphat, trotzdem das Wachstum in letzterem viel besser ist — alkalische Reaktion (Mertens). Im Jahre 1890 hat Schimper die Vermutung ausgesprochen, daß gegen die Assimilation von CO_2, NO_3', SO_4'' die Phosphorsäure auch in nichtgrünem Gewebe und im Dunkeln assimiliert werden kann. Damit stimmt überein, daß *Nostoc* und *Oscillatoria splendida* auch im Dunkeln in P-Lösungen die Zentralkörner bilden konnten.

In bezug auf die Volutinverhältnisse habe ich die Entwicklung der *Microchaete* von Hormogonien und die Keimung der Sporen bei zwei *Nostoc*-Spezies untersucht.

Wenn eine alte Kultur von *Microchaete* (vom Bassin im botanischen Garten isoliert und auf Mineralagar sehr gut wachsend) in frische Nährlösung übergeführt wurde, war das immer Anlaß zu einer sehr lebhaften Hormogonienbildung. Nach 24—48 Stunden schwammen viele Fäden an der Oberfläche des Wassers und es genügte eine Berührung der Kulturoberfläche mit der Fläche des Deckglases, um auf dieser viele Hormogonien zu fangen. Durch Fixieren mit absol. Alkohol oder bloßes Austrocknen hafteten die Fäden am Glase und konnten bequem gefärbt werden. Zuerst waren kurze Fäden (5—15 Zellen) vollkommen gleichartig, polar nicht unterscheidbar, auch die Zentralkörner waren überall gleich verteilt. Schon nach 3 Tagen konnte aber das basale Ende mit fast vollständig mit Volutin vollgepfropfter Heterocyste von der verschmälerten Spitze unterschieden werden; in dieser trat auch bald Körnerverminderung ein. Diese

Unterschiede vergrößerten sich in den folgenden Tagen, der verlängerte Faden differenzierte sich in eine Basalpartie mit niedrigen (quadratischen oder kürzeren Zellen), an den Querwänden eingeschnürten Zellen (tonnenförmig), die reich an Volutin waren (große Körner) und in eine verjüngte Spitze. Die Zellen an dieser waren 2—3 mal so lang als breit, an den Querwänden nicht oder sehr wenig eingeschnürt (cylindrisch), nur hie und da waren in ihnen kleine Zentralkörner. In dieser Zeit waren auch die Heterocysten meistens schon vollständig volutinlos. Auch nach längerer Zeit (2 Monate) war noch die basale Partie reich an großen Zentralkörnern, während in der Spitzenpartie, in der die Zellquerwände ganz undeutlich wurden, nur vereinzelt kleine Körner auftraten. Es wäre hier die Feststellung sehr interessant, ob die von typisch polar ausgebildeten Fäden entstehenden Hormogonien auch polar prädestiniert sind, oder ob erst äußere Einflüsse und eventuell welche die Differenzierung der Fäden bestimmen. Das Licht scheint auch hier, wie so oft eine Rolle zu spielen, nach bisherigen Beobachtungen kann ich aber noch nichts Bestimmteres aussagen.

Alte *Nostoc*-Sporen färbten sich sehr schlecht; wenn bei längerer Einwirkung von konzentriertem Methylenblau die ganze Spore blau wurde, entfärbte sie sich in Essigsäure oder verdünnter Schwefelsäure nur langsam und keine Körner wurden differenziert. Auch durch Wasserblau ließen sich keine Körner anfärben. Nur mit Gram-Gentiana wurde distinkte, alkoholbeständige Körnerfärbung erzielt. Sudan färbte in alten sowie in keimenden Sporen nichts. Nur in noch nicht ausgereiften Sporen waren Zentralkörner gefärbt. Wenn aber alte, vital nicht mehr färbbare Sporen in frischer Nährlösung zu schwellen und zu keimen beginnen, erscheinen die Zentralkörner immer. Schon nach 24 Stunden keimten einige Sporen, in anderen erschienen nur die Körner. Sporen, die sich nicht färben ließen, keimten auch nach einigen Tagen nicht. Vor der Keimung waren in jeder Sporenzelle 1—2 kleine Körner, in keimenden Sporen gewöhnlich ein großes Korn. Auch erste Schwesterzellen hatten immer je ein Korn und kurze entstandene Ketten waren meist sehr volutinreich. Cyanophycinkörner ließen sich in einigen keimenden Sporen mit Wasserblau gut färben, oft waren sie aber nicht vorhanden. Auch mit Methylenblau gefärbte Sporen konnten auskeimen, meistens starben sie aber bald ab. Bei der großen *Nostoc*-Spezies wurde beobachtet, daß von einer Sporenzelle zwei Fäden entstehen können.

Mikrophotographische Untersuchungen mit ultraviolettem Licht.

In den fast 20 Jahren, die die KÖHLER'sche Einrichtung für ultraviolette Mikrophotographie sich im Handel (C. Zeiß, Jena) befindet, wurden seine Vorteile gar nicht ausgenutzt. Ich kann nur an die Arbeit von KRUIS und von KRUIS u. ŠATAVA hinweisen, um zu zeigen, was diese Methode in der Mikrobiologie leisten kann. Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. ŠATAVA ist es mir ermöglicht worden, mit dieser Einrichtung zu arbeiten. Die Methode ist in der Arbeit von KRUIS beschrieben und ich brauche nicht darauf einzugehen. Herrn Dr.-Ing. V. FRIČ muß ich für die Hilfe bei den photographischen Arbeiten meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Für die Photographie habe ich eine Spezieskultur von *Oscillatoria tenuis* (seit 1916 auf Mineralagar kultiviert) und *Symploca muscorum* (Elbetümpel bei Toušeň, Mineralagar) verwendet. Beide Kulturen wurden am 12. Juli 1922 auf frischen Lieske-Mineralagar übergeimpft und bei 10—14° C am Ostfenster kultiviert. Anfangs Dezember waren beide Kulturen braun bis orange-gelb. Am 8. Dezember wurden teils von der alten Kultur, teils von den Kulturen, die vor 6 Tagen auf frischen Mineralagar übergeimpft wurden, die Aufnahmen durchgeführt. Bei Verwendung von Hauff-Extrarapidplatten dauerte die Exposition 25—30 Sekunden. Die unmittelbar belichteten und die nach 2 Minuten Beleuchtung mit ultravioletten Strahlen aufgenommenen Präparate ließen keine merkbaren Unterschiede beobachten. Die Beschädigung durch kurzwelliges Licht fand also entweder sofort (in den ersten Sekunden) statt und schritt dann nicht merklich fort oder die Fäden wurden erst nach längerer Zeit als 3 Minuten sichtbar beschädigt. Länger als 3 Minuten wurden die Präparate nicht belichtet. Später (nach 12 Stunden) wurde Vakuolisierung und Zerfall der Fäden beobachtet; daran war aber auch der notwendig luftdichte Verschluß der Präparate schuld, denn auch in nicht belichteten Präparaten wurde Destruktion beobachtet. Nach der gütigen Mitteilung des Herrn Prof. NĚMEC erwiesen sich andere Cyanophyceen (einzellige) als viel empfindlicher, die Vakuolisation begann schon nach einigen Sekunden der Beleuchtung mit ultravioletten Strahlen, was auf das verschiedene Verhalten verschiedener Spezies hinweist.

Die Resultate, die ich mit der Photographie mit ultraviolettem Licht bekommen habe, bestätigten vollkommen die Resultate der Färbungsmethoden. Von denselben Kulturen wurden auch Präparate gefärbt, die mit den früher angeführten Resultaten in vollständiger

Übereinstimmung waren: alte Kultur sehr schwach gefärbt, in den frischen Kulturen deutlich gefärbter Zentralkörper mit vielen Körnern. Dasselbe läßt sich auch an den Mikrophotographien mit ultraviolettem Licht beobachten. Die Fäden der alten Kultur absorbieren im allgemeinen viel weniger Licht als die frischen Lösungen, so daß sie viel lichter erscheinen. Ihre Struktur tritt undeutlich hervor und der Zentralkörper ist überhaupt nicht zu sehen. Nur einige Ringkörner treten etwas schärfer hervor.

Bei den Fäden frischer Kulturen kann man größere Absorption beobachten, was man vielleicht mit gesteigerter Färbbarkeit in Parallele setzen kann. Sehr auffällig ist die Lichtabsorption der toten Zellen (Nekriden). In jeder Zelle, die in der optischen Ebene des Mikroskopes liegt, kann man sehr deutlich Zentralkörper beobachten, indem auch die verschiedenartigen und verschiedenartig verlaufenden Bänder und Granulationen hervortreten. Diese Gebilde zeigen sich als Bestandteile jeder tätigen Cyanophyceenzelle und sind also nicht als Fixierungsprodukte und Artefakte zu betrachten. Der Zentralkörper selbst ist ganz offen, von der Plasmaschicht durch keine Membran getrennt. Es läßt sich in der Zelle gar nichts finden, was als eine Homologie des Zellkernes, der im ultravioletten Licht immer mit starker Absorption ausgezeichnet ist und an den Bildern deswegen mit dunkler Färbung hervortritt, bezeichnet werden könnte. Alle Details sind am besten an den beiliegenden Abbildungen nachzusehen. Ich möchte auch darauf aufmerksam machen, daß an der Taf. IV Fig. 11 von Kruis in den Zellen von *Crenothrix polyspora* deutliche Zentralkörper, aber keine Zellkerne zu beachten sind, ebensowenig kann man in den Zellen von *Beggiatoa* (*alba?*) etwas finden, was als ein Zellkern gedeutet werden könnte.

Was andere Zellbestandteile betrifft, möchte ich nur die starke Absorption der Cyanophycinkörner für ultraviolette Strahlen anführen, so daß diese an den Kopien als weiße Punkte oder Grana erscheinen.

Das osmotische Verhalten.

Im Jahre 1921 und 1922 habe ich zwei Beiträge über die osmotischen Verhältnisse der Cyanophyceen veröffentlicht. Da beide tschechische Arbeiten schwer zugänglich sind und da das kurze Resumé zum Mißverständnis geführt hat (G. Schmid, 1923, 389), möchte ich das Hauptsächlichste mit einigen Nachträgen hier wiederholen. Alle Autoren, die Plasmolyse bei Cyanophyceen beobachtet haben, stimmen in dem überein, daß der Protoplast sich niemals

kugelig zusammenzieht, ja selten sich sogar vollständig und allseitig von der Membran trennt. Diesen letzten Fall kann man am besten an den *Nostoc*-Sporen beobachten, aber auch hier kommt nicht die Abrundung, sondern unregelmäßige „Schrumpfung" des Protoplastes zum Vorschein. Für die Vermutung von Brand und Fritsch, daß große Elastizität (Dehnbarkeit) der Zellmembran, eventuell auch festere Verbindung zwischen dieser und dem Plasma dafür verantwortlich ist, hat Schmid (1923) weitere Belege angeführt. Auch die festere Konsistenz des Cyanophyceenplasmas ist zur Erklärung dieses Phänomenes heranzuziehen.

Manchmal wird der Mangel der Cyanophyceenzellen an wirklichen Vakuolen betont und die Vakuolisation wird — meistens mit Recht — als Degenerationssymptom betrachtet. Vakuolen, die man in alterndem oder verdunkeltem Materiale findet, kann man nicht immer mit den Endoplasten schleimigen Inhaltes identifizieren (Baumgärtel). Manchmal handelt es sich um wirkliche Vakuolen mit flüssigem Inhalt, wie ihr Verhalten bei der Plasmolyse — Schrumpfung und Wiederausdehnung bei der Deplasmolyse beweist. Das konnte ich z. B. sehr schön an alten Kulturen von *Tolypothrix* beobachten. Dabei möchte ich erwähnen, daß auch diese stark vakuoligen Zellen ihren Protoplast nicht nur beinahe kugelig, sondern immer ganz unregelmäßig wie bei den Cyanophyceen überall, kontrahierten. Namentlich in der Längsrichtung des Fadens blieben fast immer benachbarte Zellen mit breiten Plasmafortsätzen in Verbindung, was vielleicht in Beziehung zu Plasmodesmen (Kohl) gesetzt werden kann.

In hypertonischer Lösung kann zuerst Kontraktion des Fadens (Brand, Prát 1921, Schmid) ohne beginnende Plasmolyse beobachtet werden, dann beginnt bei den Salzen meist bei den Querwänden an einer oder mehreren Stellen die Trennung des Plasmas von der Membran und weitere Kontraktion des Protoplasten, die man als Schrumpfung bezeichnen kann. Bald setzt aber wieder die Deplasmolyse ein (Kontraktion und Expansion folgen aufeinander ohne Zwischenpause (Schmid 1923, 396) und alle Stadien werden in umgekehrter Richtung durchgemacht. Bemerkenswert war dabei, daß leicht permeierende Plasmolytica (Salze mit einwertigen Kationen) zuerst an den Querwänden linsenförmige Spalten zwischen den Zellen entstehen ließen, schwer permeierende ($MgSO_4$, Zucker) im Gegenteil zuerst den Protoplast von den Längswänden trennten (vgl. Schmid 1921, Fig. 12).

Sehr bemerkenswert ist die polare oder „periodische" Plasmo-

lysierfähigkeit. Wie überall, kann man auch bei der Plasmolyse der Cyanophyceen Unregelmäßigkeiten und Unterschiede in der Plasmolyse nicht nur bei verschiedenen Fäden, sondern auch bei verschiedenen Zellen eines und desselben Fadens beobachten. Aber ganz regelmäßig kann man feststellen, daß bei *Oscillatoria* und *Phormidium* die Endzellen (Nachbarzellen der Apikalzelle) früher plasmolysierten als in der Mitte des Fadens. Das läßt sich kaum mit der Polarfärbung oder Längspermeabilität der Cyanophyceenfäden in Einklang bringen, da auch bei der Deplasmolyse die Endzellen wieder länger in plasmolysiertem Zustande verharrten, als die Mittelzellen; bei größerer Permeabilität müßte auch die Deplasmolyse schneller durchlaufen. Ob dabei auch polare Kontraktion (Schmid 1923) feststellbar wäre, kann ich nicht angeben. Seltener war die Erscheinung, daß in einem Faden die unplasmolysierten und die kontrahierten Stellen wechselten, und zwar entweder ganz plötzlich ohne Übergänge oder allmählich mit allen Stufen von nicht kontrahierten Zellen bis zu maximaler Kontraktion (Schrumpfung). Auch zu diesen Fällen kann ich Analogien vom Färbungsverhalten anführen. Da aber nicht nur bei Lebendfärbung mit Methylenblau, sondern auch an Mikrotomschnitten solche periodische oder „wellenähnliche“ Färbungsunterschiede beobachtet wurden, kann man sie nicht als durch Permeabilität bedingt betrachten. Daß die Längsrichtung der Färbung nicht nur auf Cyanophyceen beschränkt ist, beweisen die Fälle der polaren Permeabilität (Mengarini und Scala). Dasselbe zentripetale Fortschreiten der Farbstoffspeicherung, die für einige Farbstoffe bei Cyanophyceen charakteristisch ist (Schmid 1923, 366), konnte ich bei *Batrachospermum moniliforme* für Rot R (Grübler) feststellen, wie am besten die beiliegende Abbildung zeigt.

Aus verschiedenen Gründen ist die direkte Bestimmung der plasmolytischen Grenzkonzentration, die mit anderen Pflanzen vergleichbar wäre, bei den Cyanophyceen unmöglich. Um das osmotische Verhalten der Cyanophyceen unter verschiedenen Bedingungen vergleichen zu können, habe ich als Grenzkonzentration diejenige gewählt, in welcher die Plasmolyse innerhalb einer Minute vollständig verschwunden war. Flocken von frischem Material (frisch aus der Natur gebracht oder unlängst überimpfte Kultur) wurden mit einem Platindraht in Schalen, in denen die Plasmolytica in Reihen um 0,2 Proz. abgestufter Lösungen sich befanden, eingetragen und gerührt. Ein mit einer Pipette sofort entnommener Tropfen wurde unter Deckglas beobachtet und der Zustand vor Ablauf der ersten Minute notiert. Wenn in einer Konzentration die Plasmolyse schnell

verschwand, so wurde in um 0,2 Proz. niedrigerer Konzentration gewöhnlich höchstens vereinzelt vorübergehende Plasmolyse beobachtet,

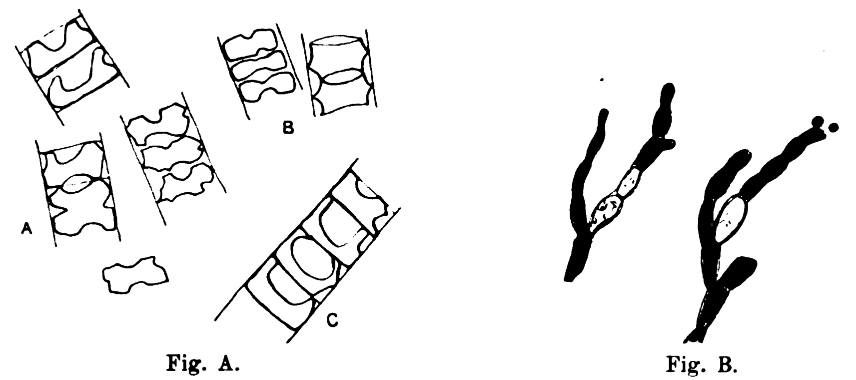


Fig. A. *Oscillatoria* sp. A, C von 2 prom. KNOP'scher Nährlösung. A mit 10 proz. NaCl 5 Min. C mit 15 proz. Rohrzucker 24 Stunden, plasmolysiert. B von 25 prom. KNOP'scher Nährlösung in 10 proz. NaCl.

Fig. B. *Batrachospermum moniliforme*. Färbung mit Rot R.

in der nächst höher folgenden Konzentration dauerte die Deplasmolyse länger als 1 Minute. So habe ich die Grenzkonzentration für *Oscillatoria* 1,6—1,8 proz. KNO_3 oder 1,0—1,1 proz. NaCl festgestellt, bei verschiedenen Oscillarien und *Phormidium* je nach der Art 0,8 bis 1,5 proz. NaCl (7—10 Atmosphären) oder 10—13 proz. Saccharose. Daß sich diese Werte nicht mit den osmotischen Werten der Zelle vergleichen lassen, habe ich 1920 hinreichend betont (Zentraldruck, Quellungsdruck, Plasmakorrektur, Adhäsion, Permeabilität).

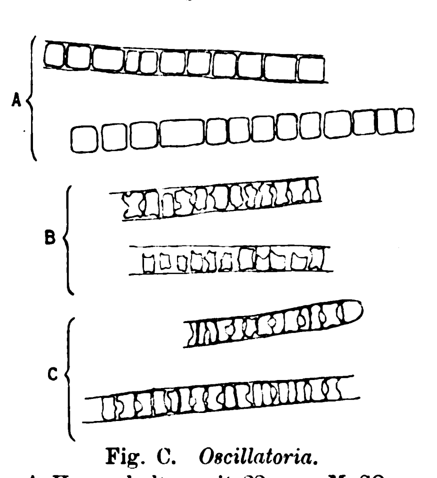


Fig. C. *Oscillatoria*.
A Hungerkultur mit 22 proz. $MgSO_4$ plasmolysiert.
B 28. August—3. September Nährlösung; mit 22 proz. $MgSO_4$ plasmolysiert.
C dieselbe wie B, mit 2 Mol. NaCl plasmolysiert.

SCHMID hat statt dieser maximalen[1]) die minimale (eben beginnende) Kontraktion als Indi-

[1]) Maximale Kontraktion gilt nur für permeierende Plasmolytica, da bei Dauerplasmolyse der Grad der Kontraktion von der Plasmolyticumkonzentration abhängt. Aber auch hier handelt es sich nicht um echte Kontraktion, d. h. bloße Entspannung elastischer Wände, sondern um Schrumpfung und Faltung der Zellmembran.

kator für Grenzkonzentrationsbestimmungen gewählt. RUHLAND und HOFFMANN haben bei *Beggiatoa mirabilis* den Beginn der Einknickung, also einsetzende Plasmolyse bei maximaler Kontraktion als Grenzkonzentration bezeichnet. Ihre Arbeit ist auch mit Rücksicht auf die Cyanophyceen überaus wichtig und es wäre sicher sehr lohnend, auch von diesen Gesichtspunkten (Spaltung der Membran, Molekularvolum und Grenzkonzentration) an Cyanophyceen Versuche anzustellen.

Die Plasmolyse der gelben Fäden von hungernden Kulturen verlief ganz anders. Zur Plasmolyse wurde höhere Konzentration der Salze notwendig, die Kontraktion war immer schwächer als in der Kontrollkultur und die Deplasmolyse setzte früher ein.

Bei den Cyanophyceen kann man auch Pseudoplasmolyse beobachten. Manchmal ist es schwer, diese von der Plasmolyse zu unterscheiden, namentlich wenn bestimmt tote, also pseudoplasmolysierte Zellen nach Übertragen ins Wasser ähnliche „Deplasmolyse" zeigen wie plasmolysierte Zellen; das wird wahrscheinlich durch Quellung bedingt. Bei einiger Übung kann man aber schon an stärkerer und mehr regelmäßiger Kontraktion, an Lichtbrechung (Glanz) und Farbe des Protoplasten meistens leicht erkennen, wann es sich um Plasmolyse und wann um Pseudoplasmolyse handelt.

Schon FISCHER hat beobachtet, daß die Plasmolyse bei Cyanophyceen ähnlich wie bei Bakterien bald zurückgeht. Ähnliche Verhältnisse, die für Cyanophyceen BRAND bestätigt hat, führt schon 1887 JANSE für Grünalgen und 1896 DREWS für Meeresalgen an.

Wie die Zeit der Deplasmolyse von der Konzentration des Plasmolyticums abhängt, kann folgendes Beispiel zeigen:

NaCl	Vollständige Deplasmolyse erreicht nach Minuten:	
Proz.	*Oscillatoria* sp.	*Phormidium* sp.
5	6	1—2
6	11	2
7	13	3—5
8	15	7—8
9	16	12—13
10	21	20—25

Dieses Beispiel illustriert auch den verschiedenen Verlauf der Deplasmolyse bei verschiedenen Spezies. Das gilt aber auch für dieselbe Art unter verschiedenen äußeren Bedingungen.

Ich brauche nicht zu wiederholen (PRÁT 1922, 1924), daß die plasmolytische Methodik keine direkte und einfache Schlüsse auf die Permeabilität zuläßt, doch kann man annehmen, daß bei so schneller Deplasmolyse wie bei Cyanophyceen neben der Quellung

A. Scherffel del.

Verlag v. G



…n Gustav Fischer in Jena

das Eindringen des Plasmolyticums in die Zelle in erster Reihe den Rückgang der Plasmolyse bedingt. Von den Beispielen, die ich 1920 angeführt habe, möchte ich hier nur das Übersichtsresultat reproduzieren:

○ schnelle Deplasmolyse,
+ langsame Deplasmolyse,
++ Deplasmolyse dauert länger als 6 Stunden,
+++ Deplasmolyse dauert länger als 24 Stunden.

	Li	K	Na	Mg	Ca	Sr	Ba
Cl	+	○	+	++	++	++	++
NO_3		±					
SO_4		+	+++	+++			

	Cl	NO_3	SO_4	H_2PO_4	HPO_4	PO_4	CNS
K	○	±	+	+	○	±	○

Der Verlauf der Plasmolyse in verschiedenen Salzen läßt sich in vollkommene Parallele setzen mit der Plasmolyse von *Spirogyra*, nach bestimmter Zeit immer nach dem Grade der Plasmolyse beurteilt (PRÁT 1922). Da dies auch mit anderen Versuchen und Versuchsreihen übereinstimmt (FITTING, OSTERHOUT, TRÖNDLE, KAHHO u. a.), läßt sich annehmen, daß trotz manchen abweichenden Eigenschaften das Plasma der Cyanophyceen in kolloid-chemischer Hinsicht vollkommene Analogie mit dem Cytoplasma der Pflanzen zeigt.

Als interessante Details dieser Beobachtungen möchte ich nur das auffällig verschiedene Verhalten gegen Na (langsame Deplasmolyse) und K (schnelle Deplasmolyse) hervorheben, Li näherte sich mehr Na, tötete aber viel schneller. Die Plasmolyse in Erdalkalien war beständig, nach längerer Zeit (2 Stunden) und namentlich in konzentrierteren Lösungen (mehr als 0,4 Mol.) erschien plötzliche Deplasmolyse unter Verfärbung der Fäden (Gelbfärbung, später erschienen Phykocyankristalle).

Merkwürdig war, daß in $MgSO_4$ nie Deplasmolyse beobachtet wurde, starke Plasmolyse ging binnen 24 Stunden direkt in Pseudoplasmolyse über. In verdünnten Lösungen (0,2—0,3 Mol.) erschien auch die Plasmolyse ganz langsam und im Gegensatz zu allen anderen Salzen konnte längere Zeit fortschreitende Kontraktion beobachtet werden. In dieser Hinsicht ließ sich $MgSO_4$ nur mit Saccharose vergleichen. Die abweichende Art der Kontraktion in diesen Lösungen habe ich schon erwähnt. Bemerkenswert ist auch die hohe Widerstandsfähigkeit der Cyanophyceen gegen 20 Proz. $SrCl_2$ im Vergleich mit den Lösungen anderer Salze sowie Vertragen sehr hoher Konzentrationen bei allmählichem Verdampfen der Zuckerlösung.

Von manchen Cyanophyceen ist bekannt, daß sie sehr große Unterschiede im osmotischen Drucke ihres Milieus ohne Schaden vertragen. Diese sind aber meistens für plasmolytische Versuche ungeeignet (Schleim, Scheiden). Zu meinen Versuchen habe ich einige Arten von *Oscillatoria* und *Phormidium*, die alle übereinstimmende Werte ergeben, verwendet. Die Cyanophyceen wurden immer frisch aus der Natur gebracht und nach dem Auskriechen in flachen Schalen wurden Flocken und Netze von den Fäden durch eine Pinzette oder Platinnadel möglichst ohne Wasser übertragen. Die Kulturlösungen waren die Nährlösung von Knop in steigender Konzentration und etwa isosmotische Lösungen von NaCl. Die Reihe von Lösungen (immer 50 ccm) wurde durch Verdünnung der konzentrierten Lösung bereitet. Nach bestimmter Zeit wurden Fäden mit einer Platinnadel in die Plasmolytica (Abstufung 0,2 Proz.) übertragen und möglichst schnell beobachtet. Wenn mit $MgSO_4$ oder mit Saccharose plasmolysiert wurde, wurde die Plasmolyse nach einer viertel und nach einer halben Stunde beobachtet.

Saccharose konnte als Kulturmedium nicht verwendet werden, obwohl sie für diese Versuche sehr geeignet wäre, da absolute Reinkultur nicht vorlag und die Gefahr der Infektion sehr groß war. Nebendem konnte aber festgestellt werden, daß nach Einwirkung von Saccharose die Deplasmolyse ganz anders (viel schneller als normal) verlief. Die interessante und wichtige Frage des Verhaltens der Cyanophyceen nach Einwirkung verschiedener Kulturmedien wird der Gegenstand weiterer Untersuchung sein.

Das beste Indicium, wie sich die Cyanophyceen an konzentriertere Medien anpassen, war ihre Beweglichkeit. Auch ziemlich konzentrierte Lösungen erlauben gute Bewegung. In NaCl-Lösungen war die Beweglichkeit im Vergleich mit isosmotischen Knop'schen Lösungen schlechter, aber immer noch lebhaft. In niedrigeren Konzentrationen von Knop'scher Nährlösung bedeckten die Fäden in einigen Tagen die ganze Oberfläche und die Glaswände, in konzentrierteren Lösungen (mehr als 1 Proz.) blieben sie mehr am Boden. In NaCl war im Gegenteil das Herauskriechen über die Oberfläche mehr in konzentrierteren Lösungen zu beobachten.

Auffällig war die Art des Herauskriechens. Sowohl in Knop's Lösung wie in NaCl und auch in Saccharose wurden in niedrigeren Konzentrationen (bis zu 1,8—2,5 Atmosphären) Flocken und Büschel von Fäden beobachtet, manchmal in stichelhaarigen Kugeln zusammengeballt; in höherer Konzentration kam dagegen immer ausgesprochen die Tendenz der Fäden einzeln auszukriechen, nie wurden Büschel

oder Netze gebildet. In noch höheren Konzentrationen war jede Bewegung sistiert, entweder reversibel oder die Schädigung schreitet bis zum Absterben weiter, was sich nach Übertragen in normale Kulturbedingungen oder eventuelle Verfärbung der Fäden bald beobachten ließ. Als Grenzwerte für die Bewegung habe ich mehr als 1,5 Proz. Knop, mehr als 1,0 Proz. NaCl und mehr als 13 Proz. Saccharose feststellen (für *Oscillatoria* sp.) können. Der Wert für Saccharose kommt der Angabe von Schmid, der ohne meine Versuche anzuführen für *Oscillatoria Jenensis* 10—12,2 Proz. Saccharose festgestellt hat, ziemlich nahe.

In jedem Falle konnte Anstieg der Grenzkonzentration mit steigender Konzentration der Nährlösung festgestellt werden. In Knop'scher Nährlösung wurde in einigen Tagen Gleichgewicht erreicht und die erhöhte Grenzkonzentration, die nach einer Woche festgestellt wurde, änderte sich nach 14—25 Tagen nicht mehr. Bei NaCl konnte dagegen erst später die Erhöhung der plasmolytischen Konzentration beobachtet werden, nach 11 Tagen änderte sich die ursprüngliche Grenzkonzentration in verschiedenen Lösungen fast gar nicht. Erst nach 25 Tagen konnte merklicher Anstieg registriert werden, dafür aber stieg dann weiter die Grenzkonzentration auch nach mehr als einem Monat. Nach längerer Zeit sind dann die Messungen nicht mehr verläßlich, da mit Aushungerung und Gelbfärbung der Fäden, die in nährstoffarmer NaCl-Lösung zur Geltung kommt, auch die veränderte Permeabilität einsetzt. Wenn man die Zeit der Deplasmolyse in bestimmter Konzentration von NaCl vergleicht, kann man feststellen, daß bei den Fäden von konzentrierterer Kulturlösung die Deplasmolyse viel schneller verläuft und dabei sich wiederum als Funktion der Konzentration der Nährlösung zeigt.

Die Regulation des osmotischen Wertes der Zellen in Abhängigkeit vom osmotischen Druck der Kulturlösung kann auf zweierlei Weise zustande kommen. Entweder durch einfaches Permeieren (Diffusion) der Salze von der Kulturflüssigkeit in der Zelle, wie z. B. Drews für Meeresalgen annimmt. Oder durch eigentliche Anatonose, aktive Produktion der osmotisch wirksamer Verbindungen durch die Lebenstätigkeit der Zelle. Wenn man bedenkt, wie schnell die Plasmolyse der Cyanophyceen zurückgeht, könnte man geneigt sein, die Anatonose der Cyanophyceen nur durch Endosmose der Salze zu erklären. Man muß aber auch beachten: Natriumchlorid permeiert, nach der Schnelligkeit der Deplasmolyse beurteilt, sehr schnell und eben hier war der Anstieg des osmotischen Druckes sehr

spät bemerkbar. Wenn man aber Produktion osmotisch wirksamer Verbindungen in der Zelle selbst annimmt, kann man leicht begreifen, daß in konzentrierteren Lösungen mit Überschuß Überfluß von Nährsalzen (Hypervolutinose!) die Anatonose viel schneller verläuft, als in nährstoffarmer bis nährstoffloser NaCl-Lösung. Auch die Tatsache wäre zu beachten, daß nach den Versuchen von Iljin unter Einfluß von NaCl-Lösungen die Polysacchride nur wenig in einfache Zucker gespalten werden, was vielleicht auch für das Glykogen der Cyanophyceen gilt.

Zusammenfassung.

Die Struktur der Cyanophyceenzellen ist sehr weitgehend von den Ernährungsbedingungen beeinflußt. Die Färbungsresultate stimmen mit den Abbildungen im ultravioletten Licht überein. Wenn man bedenkt, wie streng die Bestandteile des Zellkernes geteilt werden und welche Abweichungen jede Störung dieses Vorganges zur Folge haben, wie streng die Individualität der chromatischen Bestandteile eingehalten wird, muß man gestehen, daß man bei den Cyanophyceen nichts findet, was mit einem Zellkern vergleichbar wäre. Wir müssen uns der Ansicht von Němec anschließen, daß Cyanophyceen durch ihre abweichende Struktur eine Sondergruppe bilden, die gegen übereinstimmende Organisation der Pflanzen und der Tiere isoliert dasteht.

Literaturverzeichnis.

Von der Literatur möchte ich nur das Hauptsächlichste anführen, die übrigen Angaben sind in diesen zitierten Arbeiten nachzusehen.

Baumgärtel, O.: Das Problem der Cyanophyceenzelle. Arch. f. Protistenk. Bd. 41 p. 50 1920.

Crow, W. B.: A critical Study of certain Unicellular Cyanophyceae from the Point of view of their Evolution. New Phytologist Vol. 21 p. 81 1922.

Dehorne, A. u. Haupt, A. W.: Berichte über die gesamte Physiologie Bd. 6 p. 352 1921, Bd. 20 p. 411 1923.

Harder, R.: Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Cyanophyceen. Zeitschr. f. Bot. Bd. 9 p. 145 1917.

Kruis, K.: O mikrofotografickém zobrazování struktur živých mikrobů zvláště jader bakterií, světlem ultraviolovým. Rozpr. čes. Akad. Tř. 2 R. 22 1913, 23.

Němec, B.: Úvod do *všeobecné* biologie. Anatomie rostlin. Praha 1921.

Prát, S.: Několik poznámek la organisaci Cyanophycei. Rozpr. čes. Akad. Tř. II 1920, 20.

—: K mikrochemii volutinových zrn Cyanophycei. Ibid. 24.

PRÁT, S.: Quelques remarques sur l'organisation des Cyanophycées. Bull. internat. de l'Acad. d. Sciences, Prague 1920.

—: Plasmolysa Cyanophyceí. Rozpr. čes Akad. Tř. 2 R. 30 1921, 41. Anatonosa Cyanophyceí. Ibid. 31 1922, 1.

—: Plasmolyse des Cyanophycées. Régularité de la valeur osmotique des cellules de Cyanophycées. Bull. intern. de l'Acad. de Scienc. de Bohême, Prague 1921, 1922.

—: Vliv výživy na tvoření volutinu. The Action of Different Nutrient Solutions on the Formation of Volutine. Sborník Klubu přírod. v Praze, 1921/22.

—: Plasmolyse und Permeabilität. I. Biochem. Zeitschr.

RUHLAND, W. u. HOFFMANN, C.: Beiträge zur Ultrafiltertheorie des Plasmas. Ber. d. math.-phys. Kl. d. Sächs. Akad. d. Wiss. Bd. 76, Leipzig 1924.

SCHMID, G.: Das Reizverhalten künstlicher Teilstücke, die Kontraktilität und das osmotische Verhalten der Oscillatoria Jenensis. PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 62 p. 328 1923.

SWARCZEWSKY, B.: Zur Chromidienfrage und Kerndualismushypothese. Biol. Zentralbl. Bd. 32 p. 435 1912.

Tafelerklärung.

Tafel 6. *Oscillatoria tenuis.*

Mikrophoto im ultravioletten Licht. Oben von der Hungerkultur, unten 6 Tage nach der Überimpfung.

Tabelle I.

Microcoleus. 3. August in die Lösungen übergetragen.

			4. August		6. August	13. November	
			Zentral-körper	Jod-färbung	Zentral-körper	Zentral-körper	Zentral-körner
$MgSO_4$	1,2	Proz.	O	++	O	abgestorben	
$MgSO_4$	0,12	„	O	++	+	+	+
$(NH_4)HPO_4$	0,12	„	O	++	O	+	++
$NaNO_3$	0,08	„	+	++	++	O	O
$Ca(NO_3)_2$	0,1	„	+	++	+	+	O

Tabelle II.

Phormidium autumnale. 22. Juli 1918 in die Lösungen übergetragen.

			Cyano-phycin	Zentral-körper	Zentral-körner		Cyano-phycin	Zentral-körper	Zentral-körner
KNO_3	0,1 Proz.	23. Juli	+	±	+	2. Aug.	+	++	+
$NaNO_3$	0,08 „		+	±	+		+	++	+
$Ca(NO_3)_2$	0,2 „		+	+	+		+	+++	O
Nährlsg.			+	+	+		±	++	±
KNO_3		29. Juli	+	+++	++	16. Aug.	?	+	+
$NaNO_3$			+	+	+		+	+	+
$Ca(NO_3)_2$			+	++	+		+	+	+
Nährlsg,			±	++	++		O	++	+

Kleinere Mitteilungen.

(Aus der Tropenabteilung des Instituts für parasitäre und infektiöse Krankheiten der Tierärztlichen Hochschule Utrecht. Direktor: Prof. Dr. L. de Blieck.)

Über *Giardia simoni* Lavier.

Von

Otto Nieschulz und B. J. Krijgsman.

(Hierzu 1 Textfigur und 2 Kurven.)

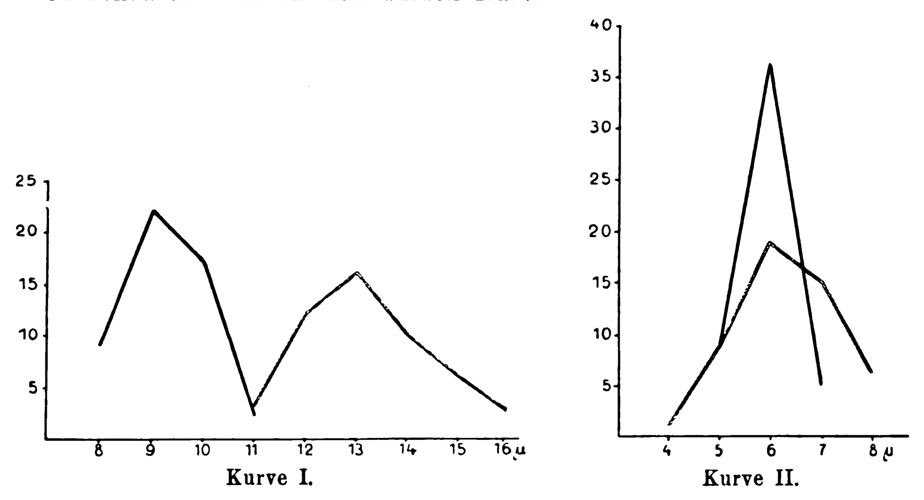
Bei Ratten sind bisher 2 *Giardia*-Arten gefunden worden, *Giardia muris* (Grassi) mit abgerundeten und *Giardia simoni* Lavier mit stäbchenförmigen Parabasalkörpern, von denen die erste Art also zur *Muris*-, die zweite zur *Intestinalis*-Gruppe gehört. Nur wenige Angaben bestehen in der Literatur über *Giardia simoni.* Boeck (1919) erwähnt als erster bei weißen Ratten eine *Giardia* sp. der *Intestinalis*-Gruppe. Simon (1922) bestätigt diesen Befund bei demselben Wirtstier und Lavier (1924) fand diese Form, die er zu einer selbständigen Spezies erhebt, bei *Mus norvegicus* in 3 von 263 Exemplaren. Ihm verdanken wir auch die erste genauere morphologische Beschreibung.

Giardia simoni, die bisher nur in Nordamerika und Frankreich beobachtet ist, haben wir in den Niederlanden einmal mit *Giardia muris* vergesellschaftet in einer von 6 Wanderratten (*Mus norvegicus* Erxl.), die in Utrecht gefangen waren, und in einer weißen Ratte der Institutszucht in Reininfektion gefunden. Der Hauptsitz der Flagellaten im Darm war, wie schon Boeck (1919) beobachtete, das Jejunum, das Ileum war nur schwach infiziert, das Duodenum frei

von Parasiten. Die Präparate wurden mit Sublimat-Alkohol nach SCHAUDINN mit einem Zusatz von 2 proz. Eisessig fixiert und mit dem HEIDENHAIN'schen Eisenhämatoxylin gefärbt.

Giardia simoni ist eine ziemlich schlanke, schmale Art. Nach Messungen an 50 fixierten Exemplaren aus *Mus norvegicus* betrug die Länge 11—16 μ, die Breite 5—8 μ, im Durchschnitt 13,3 bzw. 6,3 μ mit einem Formindex von 0,47. BOECK (1919) gibt 13—17 ×5—7 μ, SIMON (1922) 13,25×7,49 μ (10,25—16,75×6,25—9,25 μ), und LAVIER (1924) 17×9 μ (14—19×7—10,5 μ) als Maße an. Die höheren Werte von LAVIER dürften sich durch die Anwendung des BOUIN'schen Gemisches als Fixierungsflüssigkeit erklären, worin die Präparate weniger stark schrumpfen als im Sublimat.

Giardia muris ist, wie auch LAVIER feststellte, wesentlich kürzer und relativ breiter als *Giardia simoni*, so daß man bei gemengten Infektionen, ohne den Bau der Parabasalkörper berücksichtigen zu brauchen, nie im Zweifel ist, um welche Art es sich handelt. Wir fanden für 50 Exemplare aus der ebenfalls mit *simoni* infizierten Wanderratte 9,2 (8—11) μ als Länge, 5,9 (5—7) μ für die Breite und einen Formindex von 0,64. Deutlich kommt dieser Form- und Größenunterschied in den beiden Kurven I und II zum Ausdruck.



Kurve I Länge, Kurve II Breite von je 50 Exemplaren von *Giardia simoni* und *Giardia muris* (═ simoni, — muris).

Die beiden Kerne sind ellipsoid, etwa 2 μ lang und $1^1/_2$ μ breit, mit ihren vorderen Polen leicht einander zugeneigt. Die Kernmembran ist fein, aber deutlich. Die stark färbbaren Anteile des Kernes scheinen in der Regel in einem großen, länglichen, unregelmäßig

konturierten, etwa zentral gelegenen Binnenkörper lokalisiert zu sein. Da wir auch verschiedene abweichende Strukturen fanden, u. a. kappenförmige Bildungen wie bei der *Giardia caprae* Nieschulz, oder binnenkörperlose Formen mit starkem Belag der Kernmembran, möchten wir bei unserem kleinen Material die Frage nach dem typischen Bau des Ruhekernes vor der Hand noch unentschieden lassen.

Der Saugnapf unserer Formen war wesentlich größer, als ihn Lavier in der Mehrzahl seiner Figuren abbildet.

Der Bau des komplizierten Geißelsystems bietet keine Besonderheit, er läßt sich zur Genüge aus der beigegebenen Textabbildung entnehmen. Erwähnt sei nur, daß an der Stelle, wo die Vordergeißeln seitlich den Körper verlassen, meistens ein deutliches Basalkorn vorhanden ist und daß wir eine deutliche Verbindung zwischen den Blepharoplasten und den vorderen Polen der Kerne, wie sie Lavier in allen seinen Figuren abbildet, nicht beobachten konnten (vgl. Textfig.).

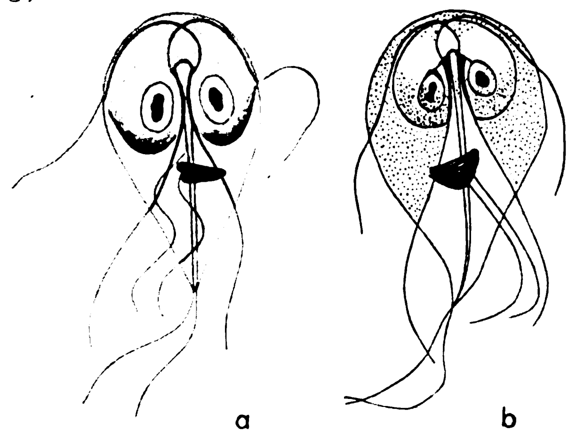


Fig. A. *Giardia simoni* Lavier aus *Mus norvegicus*.
a E.H.-Färbung. Kombiniert aus zwei Exemplaren. 3000 ×. O.N. gez.
b Nach Lavier (1924). Vergrößerung nicht angegeben.

Die Parabasalkörper bestehen in der Regel aus zwei ziemlich langen, geraden, plumpen Stäben mit abgerundeten Ecken, die dicht aneinander liegen. Nur manchmal scheinen sie einheitlich aufgebaut zu sein. Lavier gibt hierfür eine abweichende Beschreibung: „Le corps parabasal ... est schématiquement triangulaire, son sommet dirigé en dehors présentant une ou plusieurs pointes aiguës“ (vgl. Textfig.). Formen, die mit seinen Abbildungen übereinstimmen,

haben wir in unserem Material nicht angetroffen, von der Aufstellung einer n. sp. möchten wir aber auf jeden Fall absehen. Wenn sich beide Merkmale als konstant erweisen sollten, wird die Abtrennung in zwei Varietäten zweckmäßig sein.

Giardia muris zeigt im Gegensatz zu *simoni* stets abgerundete, meist unregelmäßig konturierte einheitliche Parabasalkörper. Ein weiterer Unterschied scheint nach unseren Erfahrungen zwischen den beiden Arten in ihrem verschiedenen Verhalten bei der E.H.-Färbung zu liegen. *Giardia simoni* ließ sich nämlich immer wesentlich schneller entfärben als *muris*.

Zusammenfassung: In den Niederlanden wurde bei einer *Mus norvegicus* und einer weißen Ratte *Giardia simoni* Lavier gefunden. Im Bau der Parabasalkörper wich unser Material von der Originalbeschreibung Lavier's ab.

Utrecht, im November 1924.

Literaturverzeichnis.

Boeck, W. C. (1919): Studies on Giardia microti. University of California Publ. in Zool. Vol. 19 p. 85—134.

Lavier, G. (1924): Deux espèces de Giardia du rat d'égout parisien (Epimys norvegicus). Ann. de Parasit. Vol. 2 p. 161—168.

Simon, C. E. (1922): A critique of the supposed rodent origin of human giardiasis. Amer. Journ. of Hyg. Vol. 1 p. 406.

Asterionella gracillima (Hantzsch.) Heib. im Großteich bei Hirschberg in Böhmen.

(Ausgeführt in der Staatlichen Anstalt für Fischzucht und Hydrobiologie zu Hirschberg in Böhmen mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen.)

Von

E. Sprenger.

(Hierzu 3 Kurven im Text.)

Asterionella gracillima bildet während des größten Teiles im Jahre einen integrierenden Bestandteil des Phytoplanktons im Großteich bei Hirschberg in Böhmen. Welche Faktoren diese Diatomee gegenüber den anderen Planktondiatomeen in den letzten Jahren haben so stark hervortreten lassen, ist noch nicht geklärt. Es ist ja vielleicht nicht ausgeschlossen, daß die seit dem Jahre 1919 ungemein starke Elodeawucherung daran schuld hat, doch muß ein endgültiges Urteil darüber einem späteren Zeitpunkte vorbehalten bleiben. Da ich mich schon seit Jahren mit der Diatomeenflora dieses Gebietes beschäftige, wollte ich, angeregt durch die schönen Arbeiten von Schröter u. Vogler, Bachmann, Lozeron, Wesenberg-Lund u. a., auch ein wenig Licht in die biologischen Verhältnisse der jetzt auffallendsten Planktondiatomee unseres Teiches, eben der *Asterionella gracillima*, bringen. Wie weit mir dies gelungen ist, mag dem Urteil des Lesers überlassen bleiben. Im großen und ganzen habe ich ja nichts Neues zu sagen, da mir nach den Arbeiten der bereits genannten Autoren allgemein kaum eine Frage zur Beantwortung übrig blieb. Wenn mir die Veröffentlichung der Resultate meiner Arbeit trotz ihres zumeist lokalen Interesses wünschens-

wert erschien, geschah dies aus der Erwägung heraus, daß nie genügend Material zur Klärung biologischer Fragen zusammengetragen werden kann, und betrachte ich diese Zeilen deshalb nur als Aufzeichnung der von mir gefundenen Tatsachen, die vielleicht später einmal verwertet werden können.

Der Großteich ist der größte Teich — er bedeckt rund ein Areal von 350 ha — jener Gruppe von Teichen im nordböhmischen Kreidesandsteingebirge, die sich um das Städtchen Hirschberg an der Böhmischen Nordbahn gruppieren. Nördlich von diesem Städtchen, unmittelbar an dasselbe sich anschließend, liegt der Großteich 264 m über der Adria in einer Landschaft, die durch zahlreiche, sich mehr oder weniger unvermittelt aus dem hügeligen oder ganz flachen Zwischenlande erhebenden Bergkuppen charakterisiert ist. Zwei Vorberge des Kummergebirges, welches den Teich gegen Norden hin schützt, der Schraubenberg (372 m) und die Bornai (443 m) schieben sich wie die etwas niedrigeren Berge Draschen (318 m) am Westufer und Klutschken (289 m) am Südufer in den Teich hinein und bedingen dadurch die Gliederung des Beckens. Bis auf geringe Lücken sind alle Uferteile des Teiches bewaldet und fallen ganz allmählich in den Teich ab. Diese flachen Ufer bieten reichlich Gelegenheit zur Entwicklung der Macrophyten, und tatsächlich ist der Großteich von einem fast lückenlosen Vegetationsgürtel umgeben. Die Tiefe des Teiches beträgt im ausgedehnten mittleren Teile 3,5 m. Die tiefste Stelle in der Nähe des sog. „Schlucken" erreicht bis 6 m. Der Untergrund des Teiches ist — ausgenommen das Klutschken- und Thammühlufer, welche aus großen horizontalen Sandsteinplatten gebildet sind — sandig, nur in der Mitte ist er von einer mächtigen Schlammschicht bedeckt. Zum Schluß dieser kurzen Charakteristik [1]) des untersuchten Gewässers sei bemerkt, daß der Teich zur Fischzucht benutzt wird. Zum Zwecke der Fischentnahme wird das Teichwasser bis auf einen kleinen Rest abgelassen. Daß diese periodische Entwässerung auch einen wesentlichen Einfluß auf die Periodizität der Microflora und -fauna ausübt, ist wohl als sicher anzunehmen, wenn auch bis heute keine diesbezüglichen Untersuchungen vorliegen.

Das meinen Untersuchungen zugrunde liegende Material wurde

---

[1]) Nähere Angaben über die topographischen und geologischen Verhältnisse finden sich bei: Dr. V. H. LANGHANS, Die Biologie der litoralen Cladoceren. Dr. BR. MÜLLER, Der geologische Aufbau des Hirschberger Teichgebietes. Ders., Die Entstehung der Seebecken im Gebiete des oberen Polzentales in Nordböhmen. (Intern. Revue 1912.)



dem Teiche mit dem von Prof. Dr. Langhans konstruierten „Zeppelinnetz“ [1]) entnommen. Die quantitativen Fänge für die Zeit vom 13. März bis 13. Dezember 1921 wurden in der Weise durchgeführt, daß mit diesem Netz 5 Minuten lang bei möglichst gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit etwa einen halben Meter unter der Oberfläche gefischt wurde. Solche Horizontalfänge sind für die botanische Orientierung vollständig genügend, da nach Bachmann's [2]) Erfahrung in den Süßwasserteichen alle Bestandteile des Phytoplanktons schon in den oberen Wasserschichten vertreten sind. Sie geben auch verhältnismäßig recht genaue quantitative Resultate, da die durch Zählung erhaltenen relativen Werte ganz gut untereinander vergleichbar sind. Mit diesen Werten mußte eben das Auslangen gefunden werden, da sich Vertikalfänge wegen der geringen Tiefe des Großteiches nicht bewerkstelligen ließen.

Für das Jahr 1921 standen mir 22 auf die eben beschriebene Weise gesammelte Proben zur quantitativen Bearbeitung zur Verfügung. Diese Materiale wurden von Frau Dr. Schreiter und mir unabhängig voneinander durchgezählt und ergaben annähernd die gleichen Resultate [3]). Diese sind in der beigegebenen Kurventafel graphisch zur Darstellung gebracht worden, und zwar in der Weise, daß die schwach gezeichneten Kurven nach Dr. Schreiter's und die stark gezeichneten nach meinen Resultaten eingetragen sind. Da die *Asterionella*-Sterne Zellkolonien sind und die Zahl der Zellen in den einzelnen Kolonien variiert, lag die Vermutung nahe, daß es richtiger wäre, an Stelle der Kolonien die einzelnen Zellen zu zählen. Das aber wäre, abgesehen von der ungleich größeren Mühe, ein Unterfangen, welches wohl kaum ausgeführt werden könnte! Um aber doch einigermaßen richtige Zahlen zu erhalten, habe ich das arithmetische Mittel der Individuenzahlen errechnet. In der Kurventafel sind die so gewonnenen Zahlen in den strichpunktierten Kurven dargestellt worden. Der Vergleich dieser Individuenkurven mit den Koloniekurven bringt annähernd gleiche Resultate. Die Kurven ändern ihren Charakter nicht und zeigen deutlich, daß bei quantitativen *Asterionella*-Bestimmungen das Zählen der Kolonien genügt und daß solche Zählungen zur

---

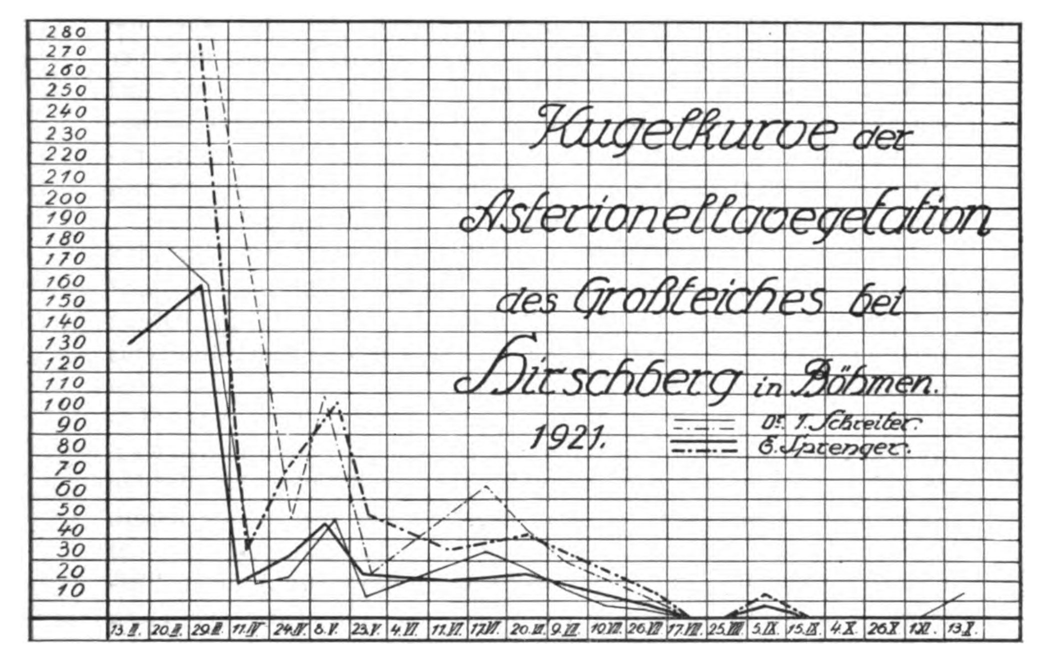
[1]) Langhans, l. c. p. 15.

[2]) Bachmann, Dr. H.: Das Phytoplankton mit besonderer Berücksichtigung des Vierwaldstätter Sees. Sep.-Abdr. aus Mitt. d. Naturf. Ver. Luzern Bd. 6 H. 8.

[3]) Frau Dr. Schreiter stellte mir ihre Resultate, die auch veröffentlicht werden sollen, in der liebenswürdigsten Weise zur Verfügung, wofür mir auch an dieser Stelle gestattet sei, den herzlichsten Dank zu sagen.

D a r s t e l l u n g d e r ***A s t e r i o n e l l a*** **- V e g e t a t i o n v o l l k o m m e n a u s r e i c h e n d s i n d.**

Was das Vorkommen der *Asterionella gracillima* nach unseren Untersuchungen während der verschiedenen Jahreszeiten betrifft, so muß hervorgehoben werden, daß sie im Hirschberger Großteiche — zumindest aber in seinem Plankton — zu gewissen Zeiten, und zwar um die Monate August und Oktober herum, gänzlich fehlt. Ihre Abwesenheit im August kann vielleicht auf eine Fehlerquelle in der Probeentnahme zurückgeführt werden. Obwohl die Methode



Kurve I.

für die von uns entnommenen quantitativen Proben keine ganz zuverlässige genannt werden kann, zeigt uns die Jahreskurve der quantitativen Bestimmungen doch deutlich, daß das Maximum der *Asterionella*-Vegetation in die Wintermonate fällt. Leider lassen die mir zur Verfügung stehenden Proben nur den absteigenden Ast des Vegetationsmaximums erkennen. Das Minimum liegt in den Sommermonaten, um endlich — wie schon gesagt wurde — im August bzw. Oktober gänzlich zu verschwinden. Zu dieser Zeit sind sie nämlich durch das Wuchern der S c h y z o p h y c e e n endgültig verdrängt worden. Neben dem Wintermaximum gibt es noch ein zweites, kleineres Frühjahrsmaximum mit dem Gipfelpunkte

Anfang Mai. Nach Dr. Schreiter's Daten hebt sich die Vegetation Mitte Juni noch einmal, wenn auch zu ganz geringer Höhe. Der Ausfall dieses Gipfels in meiner Kurve erklärt sich, da ich die Probe vom 17. Juni nicht ausgezählt habe.

Nach den sorgfältigen Untersuchungen von Wesenberg-Lund [1]) läßt sich heute schon sagen, daß der Kurvenverlauf in verschiedenen Jahren erhebliche Unterschiede zeigen kann. Es sei daher ausdrücklich hervorgehoben, daß obige Ausführungen für den Großteich nur für das Jahr 1921 Geltung haben. Weitere Untersuchungen darüber dürften ja näheren Aufschluß bringen. Da aber über die Vegetationsperioden der Diatomeen im allgemeinen und der *Asterionella* im besonderen schon genügend Material vorliegt und unsere diesbezüglichen Resultate mit den daraus gefolgerten allgemein gültigen Normen übereinstimmen und außerdem unsere Ergebnisse zum Verständnis meiner weiteren Ausführungen genügend sind, dürften die Mängel derselben nicht gar so empfindlich sein.

Aus dem zeitweisen Fehlen der *Asterionella*-Kolonien folgt, daß die neue Vegetationsperiode sich nicht aus den, wenn auch minimal vorhandenen, Individuen entwickelt. Auch das dazwischen geschobene Auxosporenstadium (siehe weiter unten) zur Zeit des Minimums (Juni--September) läßt sich nicht gut zum Auftakt für das neue Maximum stempeln. Es ist vielmehr anzunehmen, daß die Asterionellen, wie die neritischen Formen der Centricae, Dauerzellen bilden, welche, zu Boden gesunken, die für ihre Entwicklung günstige Zeit abwarten und dann die neue Vegetationsperiode — wie unsere Kurve zeigt im November — einleiten. Diese Dauerstadien sind allerdings bis heute noch nicht aufgefunden worden. Aber die Tatsache, daß in jedem dritten Jahre bei der Abfischung der Teich fast vollständig trockengelegt wird, dürfte geeignet sein, diese Behauptung zu erhärten.

Wesenberg-Lund [2]) machte zuerst bei den Asterionellen des dänischen Fursees darauf aufmerksam, „wie verschiedenartig die Anzahl der Einzelindividuen in den Kolonien zu den verschiedenen Jahreszeiten ist“. Er hat gefunden, daß im Winter die Kolonien, während sie doch sonst gewöhnlich einen Stern von 12—14 Individuen zu bilden pflegen, aus oft über 20 Individuen zusammengesetzt sind. Gleichzeitig aber fand er die Asterionellen der kleineren Seen nur als vierstrahlige Kolonien.

[1]) Wesenberg-Lund: Studier over de danske Soers Plankton. Dansk. ferskvands Biologisk Laboratorium, Kyobenhaven, Nordisk Ferlag (2 Vol.), 1904 u. 1908.

[2]) Wesenberg-Lund, l. c.

Wie die Tabelle 1 zeigt, liegen die diesbezüglichen Verhältnisse für den Hirschberger Großteich folgendermaßen:

Tabelle 1. 1921.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	32
24. Februar	2	4	**30**	6	3	1	8	1														
13. März	1	3	**20**	3	7	2	5															
29. März	1	4	**14**	**13**	4	7	5															
24. April						3	**18**	2	1		3	2	4	8	5	2				1	1	
8. Mai			1	1		1	**12**	4	6	2		4	5	8	5	1						
23. Mai		1		1	1	5	**15**	1	3	3	7	3	2	1	2	1	1	1	1			1
11. Juni		1	9	1	3	10	**18**	4	2		1	1										
20. Juni			6	6	4	11	**14**	6		2	1											
9. Juli	1	3	16	11	1	4	**10**		1	2	1											
26. Juli		2	3	3	8	7	**23**		1	3												
17. August																						
25. August																						
5. September	1	6	**27**	2	5	2	7															
15. September																						
4. Oktober																						
26. Oktober																						

Während des Maximums, also in den Wintermonaten, zur Zeit der intensiveren Zellteilung und den dadurch bedingten rascheren Zerfall der Kolonien herrschen die 4-zelligen Kolonien vor. Zur Zeit des Rückganges der Vegetation dagegen gewinnen die 8-zelligen die Oberhand, wie überhaupt während dieser Zeit vielzellige Kolonien auftreten. Die größte Zahl der beobachteten Einzelindividuen in einer Kolonie waren 32 in der Probe vom 23. Mai 1921. Nach dem gänzlichen Fehlen finden wir wieder im September die 4-zelligen Kolonien vorherrschen. Vielleicht ist diese Tatsache geeignet, die mögliche, bereits erwähnte Bildung von Dauerzellen zu erhärten.

Außer den quantitativen Proben für 1921 standen mir noch eine Reihe Proben — allerdings nicht quantitative — für die Jahre 1908—1910 zu meinen variationsstatistischen Untersuchungen zur Verfügung, welche der reichlichen Materialsammlung des Herrn Prof. Dr. V. H. Langhans entstammen und der sie mir zu diesem Zwecke in der zuvorkommensten Weise überließ. Die Untersuchung dieser Proben auf die Veränderlichkeit der Individuenzahl in den einzelnen Kolonien im Verlaufe eines Jahres sind, wie die Tabellen 2—4 zeigen, geeignet, das bereits diesbezüglich Gesagte zu bestätigen.

Interessant in diesen Tabellen ist, daß im Jahre 1909 im Oktober und November ein- und zweizellige Kolonien vorherrschten, was wohl auch geeignet sein dürfte, die Annahme der Entwicklung der neuen Vegetationsperiode aus einem einzelligen Dauerstadium zu bestätigen.

Tabelle 2. 1905.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
19. Januar	4	11	30	4	1																	
5. April	4		11	3	2	5	17	4														
17. Mai			2	3	3	4	13	3	5	3	2	2	5	2	3							1
28. Juni	1	5	8	5	6	7	10	2	2	1	4		1									
5. Juli		2	7	9	10	2	16	2	2													
22. Juli																						
6. August																						
19. August	1	5	34	2	3	2	3															
17. Oktober	1	2	3	5	7	9	19			1				1								

Tabelle 3. 1909.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
21. Februar			1	27	7	4	7	3			1											
5. April		3	4	16	3	3	6	12	2	1						1						
9. Mai		1		3	6	2	5	8	5	4	1	6	3	3	5			1	2			
12. Juni			1	4	2	2	8	26	3		1		1	1	1							
10. Juli				4	8	3	6	26	1		2											
16. August		1	1	11	4	5	8	16	1	2		2	1	1								
26. September		3	5	7	5	8	4	16		1		1										
24. Oktober	21	22	3	3	1																	
7. November	1	11	10	9	8	2	1	4	3		1				1							

Tabelle 4. 1910.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	26
9. Januar		30	7	11	3		1		1													
10. April		10	7	21	2	5	1	8			1											
3. Juni				3			1	7	3	4		13	2	3	1	8		4				1
28. Juni				2	1	6	7	29	2	1		2										
11. Juli			3	7	3	1	7	28		1												
21. Juli			1	5	3	6	7	23	1	3				1								
8. August			2	34	1	1		12														

Neben diesen mehr oder weniger quantitativen Studien interessierten mich besonders die Größenverhältnisse der *Asterionella*-Zellen im Verlaufe eines Jahres. Dabei folgte ich der von Schröter u. Vogler [1]) in die Planktonliteratur eingeführten Methode variationsstatistischer Untersuchungen. Zu meinen diesbezüglichen Messungen standen mir für das Jahr 1920—21 eine hübsche Reihe fast alle 14 Tage entnommener Proben zur Verfügung, aus denen jeweils die Zellenlänge von 50 *Asterionella*-Kolonien ohne Auswahl mit

[1]) Schröter u. Vogler: Variationsstatistische Untersuchungen über *Fragilaria crotonensis* im Plankton des Zürichsees in den Jahren 1896—1901. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich Bd. 46, 1901, p. 185—206.

Hilfe eines Okularmikrometers gemessen wurden. Versuche lehrten, daß auch die 50 gemessenen Zellen statt der von Schröter und Vogler vorgeschlagenen 100 Messungen genügen, um ein deutliches Bild der Größenvariation zu erreichen. Vorweg sei mitgeteilt, daß ich an den Zellen innerhalb einer Kolonie mit den mir zu Gebote stehenden Meßinstrumenten (Okluarmikrometer und Schraubenmikrometer) keine Größenschwankungen konstatieren konnte.

Die Messungen für 1920—21 ergaben folgende

Variationswerte der *Asterionella* im Großteich bei Hirschberg i. B.

	45	47	50	53	56	58	60	63	66	68	71	73	76	78	81
2. Dezember 1920				1	5	8	6	6	12	7	2	1	2		
24. Februar 1921					1	4	7	8	11	9	6	1	3		
13. März				3	2	4	11	16	5	3	4	1	1		
29. März					1	10	15	7	9	5	1	2			
24. April			1	1	7	14	14	8	2	3					
8. Mai			1	1	4	8	9	7	8	4	3	2			2
23. Mai				1	1	2	9	10	8	7	7	2	2	1	
11. Juni	1		2	4	4	7	6	5	4	5	4	5	2	1	
20. Juni			1	3	1	6	5	11	4	3	5	5	4	2	
9. Juli				2	6	5	8	9	6	4	1	3	3	1	2
26. Juli			1	5	7	7	2	11	10	3	1	1	2		
17. August															
25. August															
5. September				1	3	6	8	12	7	10	2	1			
15. September															
4. Oktober															
26. Oktober															
1. November															
13. Dezember															

Ein übersichtlicheres Bild der Größenvariation läßt sich durch ihre graphische Darstellung in Kurven erreichen, in denen die Länge der Apikalachse der *Asterionella*-Zellen auf der Abszisse eines rechtwinkligen Koordinatensystems, die Individuenzahl jeder Größe aber auf die Ordinate aufgetragen werden. Durch die Verbindung der Endpunkte der Ordinaten erhält man die Variationskurven, die zum Zwecke größerer Übersichtlichkeit und des leichteren Vergleiches auf den Tafeln für 1920—21 und 1908—1910 untereinander gestellt wurden. Sie orientieren uns über das relative Mengen- und Größenverhältnis der anwesenden Zellen und die Änderung dieses Verhältnisses im Verlauf der untersuchten Wachstumsperiode.

Vorläufig wollen wir nur die Resultate der Messungen für 1920—21 in Diskussion ziehen. Darnach reicht die Variationsbreite von *Asterionella* für diese Vegetationsperiode im Großteich von 45 bis

81 Mikron, umfaßt also nur die von Lozeron [1]) aufgestellten Varietäten *biformis* und *genuina*, deren Kurvengipfel bei 46—49,5 Mikron resp. 59—99 Mikron liegen. Die var. *maxima* mit dem Gipfelpunkte bei 115 Mikron fehlt gänzlich. Da in den Variationskurven der *biformis*-Gipfel niemals zum Ausdruck kommt, muß man schließen, daß im Großteich nur die Stammform (var. *genuina*) vorkommt, oder man schließt sich Bachmann [2]) an, der nach einem Überblick aller bis dorthin publizierten Angaben zu dem Schlusse kommt, daß es überhaupt nicht gerechtfertigt erscheint, von *Asterionella* auf die Größenvariation gegründet gut unterschiedene Varietäten abzutrennen.

Weiter hat Lozeron (l. c.) bei der *Asteronella* des Zürichsees und zwar nur bei der auf Grund seiner variationsstatistischen Untersuchungen entdeckten *Asterionella grac. biformis* Loz. einen Saisondimorphismus insofern konstatieren können, als die Individuen derselben sich nur im Winter zu Ketten und nur im Sommer zu Sternen anordnen. Die zu Ketten angeordnete Varietät, welche mit var. *tabellarioides* benannt wird, findet sich auch im Großteich. Ob aber diese nur dem Größenkreis von 46—49,5 Mikron angehört, kann ich nicht sagen, da ich keine diesbezüglichen Messungen vorgenommen habe. Dagegen konnte ich auch für den Großteich die Anordnung von *Asterionella*-Zellen zu Ketten in den Wintermonaten konstatieren, d. h. besser gesagt, das gänzliche Fehlen derselben von der zweiten Hälfte des April bis Ende August. Da im September 1921 z. B. gleich mit dem Neuauftreten 12 Proz. der *Asterionella*-Kolonien kettenförmige Anordnung zeigen, läßt sich diese Variation vielleicht auf die vermehrte Teilungsfähigkeit zurückführen. Zu gewissen Zeiten, zur Zeit der stärksten Vermehrung z. B., 19. Januar 1908, gibt es bis 50 Proz. kettenförmige Kolonien.

Die Vermehrung der *Asterionella* erfolgt, wie bei allen Diatomeen, durch Teilung. Ob nun die normale vegetative Teilung nach dem Binominalsatz [3]) oder dem Müller'schen Gesetz [4]) vor sich geht, ist gleichgültig, immer aber müssen die neu entstehenden Tochterzellen theoretisch mindestens um die doppelte Dicke der Pleura kleiner werden und muß sich dies durch eine langsame Verschiebung des Kurvengipfels während der Vegetation nach links

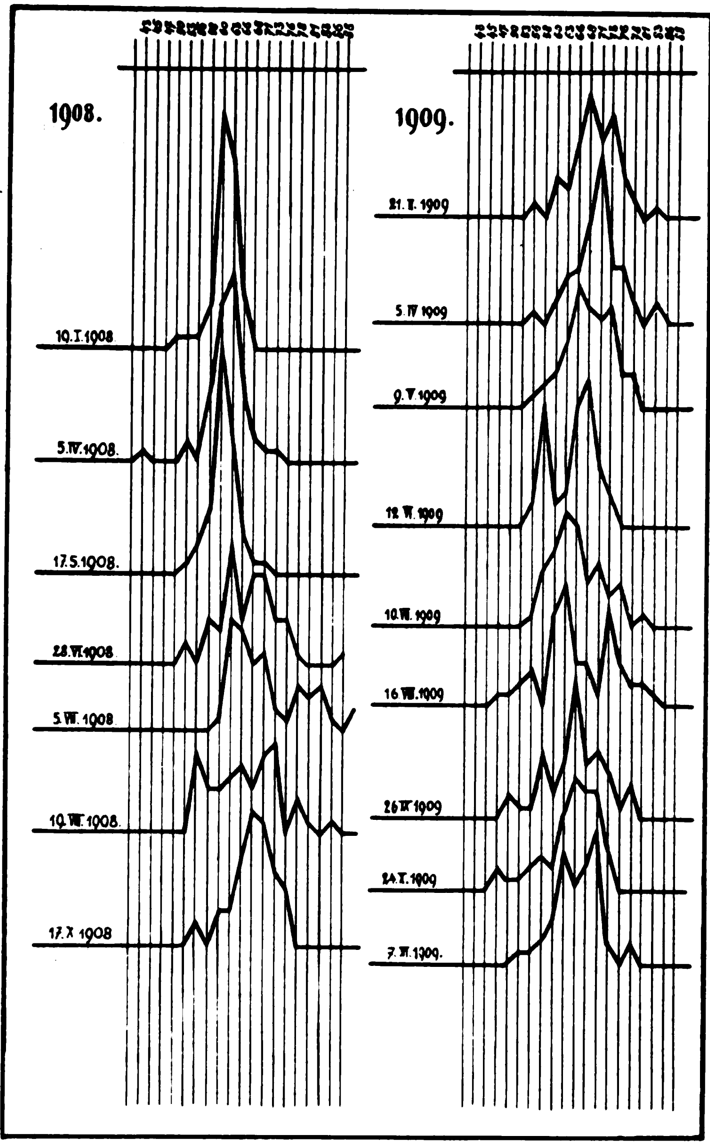
[1]) Lozeron: Sur la répartition verticale du plankton dans le Lac de Zurich. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 47, 1902.

[2]) Bachmann, l. c.

[3]) Pfitzer, E.: Bau und Entwicklung der Bacillariaceen. Bonn 1871, p. 22, p. 100ff. und Taf. 6 Fig. 4.

[4]) Müller, O.: Die Zellhaut und das Gesetz der Zellteilungsfolge von *Melosira arenaria* Moore. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 14 Heft 2 p. 239.

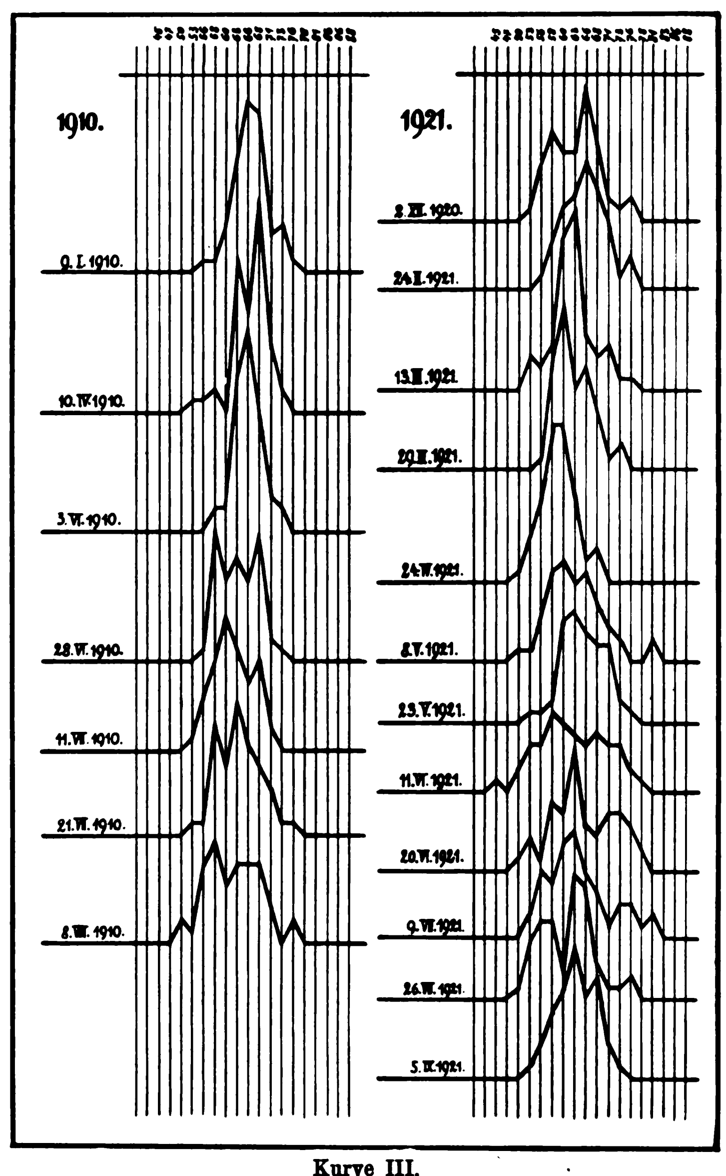
bemerkbar machen. Das können wir auch tatsächlich in den vorliegenden Kurven beobachten. Unsere Kurven erweisen sich im



Kurve II.

allgemeinen als recht einfach, bis auf jene des Jahres 1909, die komplizierter ausschauen. Schält man aber das Wesentliche daraus heraus, stimmen auch diese mit den übrigen überein.

Im Oktober (1908), bei noch geringer Entwicklung weisen die Asterionellen eine Länge der Apikalachse von 68—71 Mikron



Kurve III.

auf. Im November beginnt nun die regere Zellteilung, welche das Maximum einleitet, und die Monate des Maximums (Dezember bis Mai) bringen ganz einfache Kurven, deren Gipfelpunkte sich all-

mählich nach links verschieben. Ist der Gipfelpunkt endlich bei 60 Mikron oder etwas darunter angelangt, tritt plötzlich um den Juni herum rechts vom Hauptgipfel ein oder mehrere Nebengipfel auf. Die Kurve wird sehr unregelmäßig. Wenn auch die von PFITZER vertretene Auffassung, daß die Auxosporenbildung der Diatomeen mit der Verkleinerung der Diatomeenzellen in engste Beziehung zu bringen ist, heute in dieser extremen Auffassung kaum mehr Geltung hat, so liegt die Vermutung nahe, daß nach der Massenentwicklung der *Asterionella*, also zur Zeit des Minimums, sich ihre Zellgröße erschöpft habe und nun notgedrungen zur Zellverjüngung — der Auxosporenbildung — schreiten müsse.

Obwohl man bis heute die Auxosporen der *Asterionella* noch nicht beobachtet hat und auch ich dieselben trotz eifrigen Suchens nicht auffinden konnte, dürfte man kaum fehlgehen, das plötzliche Größerwerden der Zellen um diese Zeit auf die Auxosporenbildung zurückzuführen. Die Beobachtung derselben wird immer recht schwierig sein, was die Kleinheit der *Asterionella*-Zellen mit sich bringt. Ist die Beobachtung der Verjüngungserscheinungen überhaupt möglich, wird sie sich nur auf die rein äußerlich sichtbaren Veränderungen, die während dieser Zeit an den Zellen zu sehen sind, beschränken müssen.

Die verjüngten Zellen haben eine Größe von rund 70 Mikron, was sehr schön und deutlich in der Probe vom 24. Oktober 1909 zum Ausdruck kommt, wo die ein- und zweizelligen Kolonien die neue Vegetationsperiode einleiten. Es ist also eine Zyklomorphose der *Asterionella* zu beobachten, die sich zwischen 60—70 Mikron bewegt. Die überhaupt beobachtete Variationsbreite in den Jahren 1908—10 und 1920/21 reicht von 43—88 Mikron.

Wie überall, findet sich auch oft auf einer großen Zahl der *Asterionella*-Kolonien des Großteiches ein Flagellat als Epiphyt. Es ist dies *Salpingoeca frequentissima* ZACH. (LEMM.). (PASCHER, Süßwasserflora Heft 1 p. 79, fig. 145. — *Diplosigopsis frequentissima* ZACH. (LEMM.). Kryptogamenflora der Mark Brandenburg Bd. 3 Heft 3 p. 363, fig. 18. — Arch. f. Bot. Bd. 2 Nr. 2 p. 114—117, Taf. I fig. 13. — *Diplosiga frequentissima* ZACH. Forschungsber. Plön II. Teil p. 75, Taf. 1 fig. 4.) Das epiphytische Vorkommen dieses Flagellaten wurde zum ersten Male von IMHOF [1]) erwähnt. GUYER [2]) beobachtete im Greifensee,

[1]) IMHOF: Die Zusammensetzung der pelagischen Fauna der Süßwasserbecken. Biol. Zentralbl. Bd. 12 Nr. 6.

[2]) GUYER: Beiträge zur Biologie des Greifensees. Dissert an d. Eidgen. polytechn. Schule Zürich, 1910.

daß *Asterionella*-Kolonien, deren Zellen über 70 Mikron lang waren, nie mit *Salpingoeca* (*Diplosiga*) besetzt waren, während die kleineren Individuen von diesem Epiphyten stark befallen waren. Für den Hirschberger Großteich konnte ich dies nicht bestätigen. Ich fand vielmehr die Individuen aller beobachteten Größen (50—81 Mikron) mit *Salpingoeca* gleichmäßig besetzt, und zwar in den Monaten Juni bis Juli. Nur einmal und zwar im Jahre 1920 schon im Mai (16. Mai — 32 Proz.). 1921 in der ersten Hälfte des Juni (11. Juni) waren 50 Proz. der Kolonien mit diesem Epiphyten besetzt, um in der zweiten Hälfte (20. Juni) auf 22 Proz. herabzugehen und im Juli (9. Juli, 26. Juli) wieder 40 resp. 44 Proz. zu erreichen. Im August ist *Salpingoeca* mit den *Asterionella*-Zellen verschwunden. Diese letztere Beobachtung stimmt mit jener von Apstein [3]) für den Dobersdorfer See genau überein. Für frühere Jahre konnte ich die Anwesenheit von mit *Salpingoeca* besetzten *Asterionella* - Kolonien folgendermaßen feststellen:

1908	28. Juni	60 Proz.
	5. Juli	56 „
1909	12. Juni	22 „
	10. Juli	6 „
	16. August	2 „

Darnach scheint es, als ob der Rückgang der *Salpingoeca*-Vegetation nicht mit dem Verschwinden der *Asterionella* zusammenhängen würde. 1909 war nämlich *Asterionella* vom 21. Februar bis 7. Nov. ununterbrochen nachzuweisen, und trotzdem weist die *Salpingoeca*-Vegetation einen Rückgang auf. Interessant ist auch die Beobachtung, daß dieser Epiphyt sich immer am Grunde der Zellen, also um die Mitte der Kolonien ansiedelt, worauf schon Voigt [1]) hinweist. Er bringt dies mit der günstigeren Ernährungsmöglichkeit dieser Kragenmonaden an jener Stelle in Verbindung.

Nun bliebe noch zu erörtern übrig, wohin wohl die *Asterionella*-Zellen der Vegetation und die ungeheueren Mengen der im Zeitlaufe des Bestehens unseres Teiches entwickelten und endlich abgestorbenen Kolonien gekommen sind? Da die Schalen der Diatomeen, also auch jene der Asterionellen aus reiner Kieselsäure aufgebaut sind und erhalten bleiben — sie widerstehen sogar dem Kochen in den stärksten Säuren — scheint diese Frage nicht ganz müßig. Der

[3]) Apstein, C.: Das Süßwasserplankton. Kiel 1896, p. 381.

[1]) Voigt, M.: Über eine Gallerthaut bei *Asterionella gracillima* Heib. und *Tabellaria fenestrata* Kg. var. *asterionelloides* Grun. und ihre Beziehungen zu der Gallerte der Foraminiferen, Heliozoen und Radiolarien. Biol. Zentralbl. Bd. 21 (1901) Nr. 2 p. 38.

Abfluß bei Thammühl entzieht dem Teich nur verhältnismäßig wenig Wasser und übt auf die große Fläche und Wassermenge kaum einen merklichen Einfluß aus. Es ist nicht anzunehmen, daß eine wesentliche Zahl durch das abfließende Wasser entführt wird. Man sollte daher meinen, daß die Schalen der abgestorbenen Kolonien zu Boden gesunken sein müßten. Wenn man sich erinnert, daß Jahr für Jahr viele Milliarden Zellen absterben und wie viele Jahrhunderte unsere Binnengewässer vielleicht schon bestehen mögen, so müßten ja diese Gewässer eigentlich von einer Ablagerung der Diatomeenschalen erfüllt sein, oder doch eine deutliche, mächtige Schicht derselben auf ihrem Grunde aufweisen. Während der Untersuchungen über die Diatomeenflora des Großteiches habe ich eine große Zahl von Grundschlammproben auf deren Gehalt auf Diatomeen untersucht, niemals aber eine größere Zahl von *Asterionella*-Schalen nachweisen können. Sie kamen immer nur vereinzelt vor. Von einer Schichtung derselben, wie sie Nipkow [1]) für *Stephanodiscus Hantzschii* im Zürichsee fand, so daß er sogar diese Ablagerungen bis auf 20 Jahre zurück verfolgen und zu seinen variationsstatistischen Untersuchungen verwenden konnte, ist gar keine Rede. Eine geschichtete Ablagerung der *Asterionella* war ja im Großteich kaum zu erwarten, da derselbe infolge seiner geringen Tiefe der schlammdurchwühlenden Grundfauna reiche Lebensmöglichkeit bietet.

Eine Antwort auf obige Frage habe ich in einer Arbeit von Prof. Joh. Frenzel [2]), die sicher wenig bekannt sein dürfte, gefunden. Er sagt dort (p. 160), daß die einzige mögliche Antwort auf diese Frage nur die sein kann, daß die abgestorbenen Diatomeenschalen im Wasser und durch das Wasser wieder aufgelöst werden und zwar innerhalb relativ kurzer Zeit. Obwohl eigentlich kein anderer Schluß möglich ist, erscheint er doch recht kühn und gewagt. Auch Frenzel bezweifelte lange seine Richtigkeit. Erst als er Gelegenheit fand, Teile eines Wasserstandsrohres von einem Dampfkessel zu sehen, dessen Wände, besonders jene oberhalb des ehemaligen Wasserstandes, in ganz überraschender Weise angegriffen worden waren; das Glas war grob angerauht und zeigte kleine Vertiefungen von 1 oder 2 mm im Durchmesser. Diese Zerstörung des Glases konnte in erster Linie ohne Zweifel der Wirkung des Wasserdampfes

---

[1]) Nipkow, Fr.: Verjüngung und Größenänderung des *Stephanodiscus Hantzschii* Grun. im Zürichsee. Mitteil. d. Märk. Mikrobiol. Vereinigung Bd. 11 (1921) H. 2/3, p. 29.

[2]) Prof. Joh. Frenzel: Die Diatomeen und ihr Schicksal. Naturw. Wochenschrift Bd. 12 (1897) Nr. 14.



zugeschrieben werden, der also destilliertes Wasser in Gasform darstellt. Auf Grund dieser Erfahrungen stellte FRENZEL umfangreiche Versuche an, um zunächst die Wirkung des Wasserdampfes auf die Diatomeenschalen festzustellen. Mit einer höchst einfachen Versuchsanordnung (p. 160) erlangte er auch positive Resultate. Schon nach zweistündiger Einwirkung der Wasserdämpfe fand sich ein gelbbräunlicher Niederschlag, der endlich nach zehnstündiger Einwirkung unter dem Mikroskop untersucht wurde und sich als fast homogene, gelbbräunliche Masse erwies, die neben einigen noch deutlichen Diatomeenschalen unverkennbare Reste solcher enthielt. Diese Reste waren durchaus verändert und völlig strukturlos. Man konnte wohl noch die aneinander gereihten Zellen erkennen, dazwischen auch manche unverändert gebliebene, aber die Mehrzahl war gequollen, geknickt, verschoben und gefaltet, kurz so wie eine feste Substanz nicht aussehen kann, sondern zeigten die Eigenschaften eines weiches Häutchen. Durch diesen Versuch wurde somit erwiesen, daß die Schalen der Planktondiatomeen mittels Wasserdampf gelöst werden. FRENZEL schließt nun weiter, daß das, was der Wasserdampf vermag, auch gewöhnliches Wasser zu leisten imstande ist, nur daß mehr Zeit hierzu erforderlich sein wird. Es erschien ihm wünschenswert, diesen Schluß experimentell zu beweisen. Anstatt des Dampfes ließ er heißes, destilliertes Wasser auf die Diatomeenschalen einwirken. Auch dieser Versuch (l. c., p. 161) führte zu einem gleichen Resultate wie der erste, doch ist die zweite Versuchsanordnung nicht ganz einwandfrei gewesen, was er selbst betont. Auch ist ihm die Löslichkeit der Diatomeenschalen in gewöhnlichem resp. Flußwasser nachzuweisen noch nicht gelungen. Trotz dieses teilweisen experimentellen Nachweises der Möglichkeit des eben ausgeführten Schlusses bleibt die Frage im Grunde genommen doch noch offen. Besonders dann, wenn man die Ablagerungen der Gurlager oder jene geschichtete Ablagerung im Zürichsee, der bereits oben Erwähnung getan wurde, in Betracht zieht. Auf jeden Fall bleibt es wünschenswert, dieser Frage besonderes Augenmerk zuzuwenden.

Zum Schlusse danke ich der Gesellschaft zur Förderung deutscher Kunst, Wissenschaft und Literatur in Böhmen für eine zur Durchführung dieser Arbeit gewährte Subvention und Herrn Prof. Dr. LANGHANS, dem Leiter der staatlichen Anstalt für Fischzucht und Hydrobiologie in Hirschberg für die ständige Hilfe, die er mir gewährte.

Besprechungen.

Janke, A.: Allgemeine technische Mikrobiologie. I. Teil: Die Microorganismen. Mit 10 Abbildungen und einer Tafel, klein 8⁰, 342 Seiten. — Technische Fortschrittsberichte. Fortschritte der chemischen Technologie in Einzeldarstellungen. Herausgegeben von BASSOW. Band IV. Verlag von Th. Steinkopff, Dresden-Leipzig. Preis 12 Mark.

Der Verf. gibt hier eine Übersicht über die Microorganismen, unter denen natürlich jene ausführlicher behandelt werden, die technische Bedeutung haben. Die Darstellung ihrer technischen Bedeutung wird aber nicht gegeben oder nur angedeutet, sie soll einen eigenen Band bekommen. Hier handelt es sich hauptsächlich um die Darstellung der Morphologie und Verwandtschaft der Microorganismen. Naturgemäß nehmen hier die Bakterien und Pilze den größten Raum in der Bearbeitung ein, die anderen Gruppen werden nur in kurzen Abrissen dargestellt.

Auf eine, was anerkannt werden muß, bis zu den Ergebnissen der letzten Jahre fortgeführte allgemeine Darstellung der einzelnen Gruppen, ihrer Morphologie und auch Physiologie folgen in der Form von systematischen Übersichten Bestimmungsschlüssel der Familien und Gattungen, worauf bei den letzteren die wichtigsten Arten eine Besprechung finden. Nach den Bakterien werden die Pilze im weiteren Sinne des Wortes behandelt, dann folgen „die übrigen Mikrobengruppen“, die Algen, Flechten, Schleimpilze, Protozoen, Ultramikroben, diese in kursorischer Darstellung aber ebenfalls in Bestimmungsschlüsseln bis zu den wichtigsten Gattungen und Arten geführt.

Die Darstellung der Bakterien und Pilze ist sehr gut brauchbar, und diese beiden Abschnitte erfüllen ihren Zweck sehr gut. Wir hatten tatsächlich bis jetzt kein derartiges zusammenfassendes, den Benutzer rasch orientierendes und bis in die letzte Zeit fortgeführtes kleineres Buch.

Ref. kann aber die Meinung nicht zurückhalten, daß hier der Vollständigkeit ein wenig zu viel getan wurde. Die Behandlung der meisten Ascomyceten sowie der Hymenomyceten wird in dieser Form kaum viel Nutzen bringen, bei diesen Gruppen reichen solche kurze Bestimmungsschlüssel eben nicht aus. Hier ist eine ausführlichere Darstellung am Platze, wenn die Aufnahme dieser Gruppe in dem gemachten Umfange in einem mehr technisch orientierten Buche überhaupt notwendig ist.

Dasselbe trifft auch für den dritten Abschnitt zu. Hier reicht die Darstellung zu einer Einführung nicht aus, auch nicht zu einer praktischen Auswertung, und Ref. meint nicht, daß ein mehr technisch orientierter Benützer viel Nutzen von diesem Teile haben wird. Hier ist mehr formale Vollständigkeit angestrebt. Man kann auch fragen, ob hier z. B. die Myxomyceten, die Grünalgen, Desmidiaceen überhaupt nötig waren. Die wenigen technisch wichtigen Organismen dieses dritten Teiles treten dadurch viel zu wenig hervor. Und für eine einführende Darstellung ist die Bearbeitung auch viel zu knapp.

Leider ist das Buch mehr als sparsam illustriert; ohne reiche Beigabe von Figuren lassen sich die Microorganismen vor allem in dieser gedrängten Form nicht behandeln und der Benutzer wird erst noch zu einer ausführlicheren, vor allem reich illustrierten Darstellung greifen müssen.

Die ersten beiden Teile aber erfüllen ihre Absicht gewiß sehr gut. Unstimmigkeiten konnte der Ref. nur dort finden, wo der Verf. weniger aus eigener Beobachtung schöpfte, sondern aus der Literatur. Die systematische Anordnung der in der dritten Gruppe zusammengefaßten Gruppen ist stellenweise weit überholt, das kommt aber davon, daß der Verf. sich hier an Handbücher hält, die auch in den letzten Auflagen gerade bei den niederen Organismen antiquiert verblieben sind.

Und den Satz, daß von ausgestorbenen Formen der Nitrifikationserreger und der Schwefelmikroben offenbar die Entwicklung über die grünen Bakterien Winogradskis zu den Algen geführt hat, werden kaum viele Mikrobiologen bestätigen wollen.

Wo aber der Verf. aus seinem engeren Gebiete die Darstellung gibt, erreicht er seinen Zweck voll und ganz und manche Abschnitte sind ganz ausgezeichnet. Dazu kommt die Reichhaltigkeit und Verläßlichkeit der Literaturangaben. A. PASCHER.

Molisch, H.: *Mycoidea parasitica* CUNNINGHAM, eine parasitische, und *Phycopeltis epiphyton* MILLARD, eine epiphylle Alge in Japan. Botanische Beobachtungen in Japan. Nr. IV. Sciences Reports Tohoku University Ser. IV Bd. 1 Nr. 2 p. 111. Sendai Japan.

MOLISCH beobachtete in Japan auf Blättern von *Camellia* und *Eurya* eine Alge, die der *Mycoidea parasitica* CUNNINGHAM unzweifelhaft sehr nahe steht und hier runde, erhabene Flecke von verschiedener Größe — punktförmig bis zu einem Zentimeter im Durchmesser messend — bildet. Diese Scheiben wachsen radiär wie ein strahliges Pilzmycel von einem Mittelpunkt aus und bestehen aus einem Parenchym, das noch deutlich die radiär fädige Struktur zeigt und sichtlich aus radiär nebeneinander wachsenden, seitlich miteinander verwachsenen Fäden besteht. Ältere Scheiben sind strangartig mehrschichtig. Diese epiphytischen Scheiben heben die Cuticula des Blattes ab und breiten sich zwischen ihr und der darunter befindlichen Epidermis aus. Aus den radiären Strängen erheben sich mehrzellige, spitz zulaufende Haare (vielleicht Sporangienträger).

Bemerkenswert ist, und deshalb wird ein Referat der Arbeit hier gegeben, die pathologische Wirkung dieser epiphytischen Grünalge auf das darunter befindliche Gewebe, speziell die Epidermis und das unter

der Epidermis befindliche Palissadenparenchym des Blattes. Unter dem Einfluß der Alge werden speziell in den unteren Zellagen des Palissadenparenchyms lebhafte Teilungen parallel zur Blattoberfläche eingeleitet: Bildung eines Korkphellogens, durch dessen Tätigkeit Korklagen gebildet werden sollen, um das Blattgewebe von dem Parasiten abzuschließen. Sind die Blätter alt, so geht die Giftwirkung der Alge so weit, daß das Mesophyll bis zur gegenüberliegenden Epidermis abstirbt. Da die Alge nur zwischen Cuticula und Epidermis lebt, handelt es sich bei diesen Zerstörungen um die Wirkung diffundierender Substanzen.

Manchmal kommt es aber auch zur Bildung sehr eigenartiger Veränderungen in der Wand der Palissadenzellen, die unter der Epidermis liegen. Es handelt sich um ausgesprochen ringförmige Verdickungen der Längswände dieser säulenförmigen Zellen, die parallel zur Schmalseite der Zellen erfolgen, und besonders an dem dem Parasiten zugekehrten Ende der Palissadenzellen entstehen. Sie finden sich in vielen nebeneinander stehenden Zellen in genau gleicher Höhe. Entweder ist ein sehr derber Ring vorhanden, der das Lumen der Zelle hier sehr verengt, oder aber es sind in jeder Zelle viele, dafür aber sehr flache Ringverdickungen. Die Membran zeigt hier dann zarte ringförmige Querstreifung. Diese pathologischen, unter dem Einfluß der Alge zustande kommenden Veränderungen der Blattzellen der Wirtpflanze sind sehr merkwürdig.

A. Pascher.

Molisch, H.: Über die Symbiose der beiden Lebermoose *Blasia pusilla* L. und *Cavicularia densa* St. mit *Nostoc*. Botanische Beobachtungen in Japan. IX. Mitteilung. Science Report Tohoku university Ser. IV Biology Vol. 1 Nr. 2 p. 169, Tafel III. Sendai Japan.

Der Verf. fand, daß außer bei der bekannten *Blasia pusilla* auch bei dem japanischen Lebermoos *Cavicularia densa Nostoc* symbiontisch lebt, im letzteren Falle in zwei Zügen dunkler Punkte, die die Seiten der Mittelrippen der Thalluslappen begleiten. Die symbiontisch mit *Blasia* lebenden *Nostoc*-Kolonien haben bereits eine morphologische Untersuchung erfahren. Bei *Cavicularia* ist ebenfalls ähnliches vorhanden. Auch hier nesterförmige *Nostoc*-Kolonien, und diese durchwachsen von langen farblosen Haaren, die schlauchartig und verweigt sind. Ein Unterschied zwischen dem *Blasia*- und dem *Cavicularia*-*Nostoc* konnte nicht festgestellt werden. Es konnte ferner beobachtet werden, daß hier die sog. Sternschnuppenbrutkörper sehr oft bereits mit *Nostoc* infiziert sind, die Dauerbrutkörper jedoch niemals. Oft besitzen die ersteren bereits mehrere *Nostoc*-Herde.

Von beiden Lebermoosen gelang es Molisch, den *Nostoc* rein zu züchten. Aus den entsprechend eingeleiteten Versuchen ergab sich, daß der symbiontisch lebende *Nostoc* imstande sei, den freien Stickstoff der Luft zu assimilieren.

Molisch faßt nun die Beziehungen der beiden Symbionten zusammen. Die *Nostoc*-Algen fänden in dem Lebermoos Schutz gegen Austrocknung. Sie sind im Lager der Moose völlig eingeschlossen, müssen daher die erforderlichen Nährsalze vom Wirte beziehen. Beide Lebermoose leben

auf stickstoffarmen magerem Boden. Es scheint MOLISCH die Annahme sehr nahezuliegen, daß der von den Algen gebundene Stickstoff zum Teil an die Moose abgegeben wird. Niemals fehlen in den *Nostoc*-Kolonien die großen verzweigten, farblosen Haare. Möglicherweise stehen diese Haare mit der Aufnahme der von den Algen gebildeten Stickstoffverbindungen im Zusammenhange. Auffallend ist die Tatsache, daß auch bei dem Wasserfarne *Azolla* neben den hier symbiontisch lebenden *Anabaena*-Nestern solche, von STRASBURGER Kolbenhaare genannten Gebilde vorkommen. Auch OES, der *Azolla* untersuchte, meint, daß hier eine gleiche ernährungsphysiologische Beziehung bestünde unter Beteiligung der Kolbenhaare im erwähnten Sinne.

Gegen den Herbst zu verliert der Thallus von *Blasia* sein Clorophyll, er vergilbt. Gleichzeitig vergelben auch die *Nostoc*-Kolonien, werden dann grau bis bräunlichgelb und geben auch nicht mehr Spuren der Raspail'schen Reaktion. Es macht den Eindruck, als würden gleichzeitig mit der Ausbildung der Brutkörper und Kapseln auch alle wertvollen, noch verwendbaren Stoffe aus dem Thallusparenchm, wie auch aus den darin lebenden *Nostoc*-Kolonien entnommen und diese selber dabei verdaut.

A. PASCHER.

me
Teil
nien
iese
ver-
uch
na-
vor-
che
en-

yll,
den
der
itig
len,
den
ut.

155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 169. 170. 179. 180. 181. 182. 183. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192.

A. Schoepfl del.

Verlag v. Gustav Fischer



On some Gregarine parasites of Indian Earthworms.

By
B. L. Bhatia, M. Sc., F. Z. S., F. R. M. S.
and
G. B. Chatterjee, M. Sc.
Department of Zoology, Government College, Lahore (India).

(With Plates 7—9.)

I. Introductory.

One of us has already published a paper (Bhatia, 1924) on *Stomatophora*, a genus of Gregarine parasites of Earthworms remarkable for the possession of an epimerite. The genus *Rhynchocystis* is another such genus and it would be useful to add our observations to the already existing accounts, and to compare the nature of the epimerite with that of *Stomatophora*. A number of new species of *Nematocystis* and one new species of *Monocystis* have been studied by us, and an account of these also is included in this paper.

We have examined the contents of the seminal vesicles of *Pheretima barbadensis* (Beddard), *P. heterochaeta* (Mchlsn.), *P. posthuma* (L. Vaill.), *Allolobophora foetida* (Savig.) and *A. caliginosa* (Savig.), and a complete list of the parasites found so far in these hosts is given in the summary at the end of the paper.

Two of the species were discovered by the junior author from worms obtained at Kasauli and preliminary observations and preparations made by him at the Central Research Institute Kasauli, during the summer vacation of 1922. Our thanks are due to the Director of the institute for permission to work there, and to Dr. J. Stephenson of the Edinburgh University, for specific identification of the hosts.

II. The genus *Rhynchocystis*.

The genus *Rhynchocystis* was founded by Hesse in 1909 to include *R. pilosa* (Cuénot) and *R. porrecta* (Schmidt). Hesse defined the genus as follows: "Body ovoid or cylindroid. Anterior pole provided with a metabolic epimerite, most frequently elongated into a conical or cylindro-conical trunk. Sporocysts biconical with similar and non-appendiculate poles." He fully discussed the synonomy and previous work on these species and added a valuable account of his own observations. In 1911, Cognetti de Martiis described a new species which he named *R. hessei*. Since then no further work has been done on this genus, but a short description of a new species *R. piriformis* has recently been given by Berlin (1924). To the four known species, we are able to add another, an account of which is given below.

Rhynchocystis cognettii nov. spec.

Diagnosis: Monocystid with an epimerite. The shape of the body is variable, and may be pear-shaped, spherical or gregariniform, and the anterior end is provided with a mucron surrounded by a crown of sarcocyte. Trophozoite attains a maximum size of 129 μ by 46 μ. Hairs are found only in the region of the mucron and sometimes at the posterior end also. Position of the nucleus varies, but it is never situated in the epimeritic region. The nucleus is generally spherical, with a single spherical karyosome placed eccentrically and surrounded by a clear white area.

Host: *Allolobophora caliginosa* (Savig.) from Kasauli.

The parasite is by no means common in its occurrence, as only two out of thirty worms examined were found to harbour it in their seminal vesicles.

The parasite is found to be more or less spherical, pear-shaped or gregariniform (Figs. 3, 4, 8), and differs in its form from the species described so far. It is never active in its movements. During its sluggish movements, the cytoplasmic granules and the food grains are seen to move about from one pole to the other. The external form of the body is hardly affected during these movements. At times however the posterior region appears to be separated off from the rest of the body by a deep constriction (Figs. 8 and 10).

The animal always moves with the end bearing the mucron directed forwards. In the living condition, it presents a dark appearance owing to the reserve of food grains present in the cytoplasm. In the midst of these grains the nucleus is seen as whitish body moved along with the cytoplasm.

As in other species of the genus, the body is provided at its anterior end with a metabolic epimerite, which is most often elongated in the form of a conical or cylindro-conical trunk. The central portion which may be designated as the mucron, may be produced into a conical form (Fig. 5) or may be hemispherical (Fig. 4) or elongated into a short cylinder (Fig. 2). This is a zone of differentiated cytoplasm, and being free from endoplasmic inclusions, appears to be homogeneous. The mucron consists of endoplasm covered over by a thin epicyte, but there are no striations over this part. The mucron is marked off from the rest of the body by a curved surface, which presents its concavity towards the mucron. In individuals of a suitable size, the mucron is always surrounded by a crown. This is an ectoplasmic formation, containing sarcocyte and covered over by epicyte. The crown is cup-like and surrounds the base of the mucron (Fig. 2) and in certain cases extends beyond the mucron (Fig. 5), so that the latter is seen to be a prominence arising from the centre of the cup. The crown is marked by radial epicytal striations, which extend to the rim of the cup. The mucron and the crown of sarcocyte together constitute the epimerite. The crown of sarcocyte atrophies in the aged individuals, while in still older ones the mucron itself may disappear. The complete disappearance of the epimerite with age has not been noted by Hesse for other species of *Rhynchocystis* described by him.

In this species hairs are found only at the anterior end of the body and in certain cases at the posterior end of the parasite also (Figs. 1 and 7). In this respect it differs from *R. pilosa*, in which the young parasite at any rate is covered with hair all over the body. Hairs in the epimeritic region are directed forwards, and extend a considerable distance beyond the mucron. The endoplasm appears to run into the interior of the hair to about the middle of its length, beyond which the hair is reduced in thickness and tapers to a point.

The size of the parasites varies. The full grown individuals possessing an epimerite reach a maximum size of 82 μ by 36 μ. Forms still possessing a mucron but without the crown of sarcocyte, reach 74 μ by 46 μ, and older forms which have altogether lost the epimerite reach a maximum of 129 μ by 46 μ. The measurements of a number of individuals and their parts are given in the table below.

Trophozoite	Total length μ	Maximum width μ	Length of the mucron μ	Width of the mucron μ	Length of crown of sarcocyte μ	Width of crown of sarcocyte μ	Diameter of the nucleus μ	Diameter of the karyosome μ
A (Fig. 1)	36,8	18,4	7	7	—	—	9,2	4
B (Fig. 2)	46	20,2	13,5	13,5	—	—	9,2	5
C (Fig. 3)	46	37	6,9	16	—	—	9,2	4
D (Fig. 4)	55,2	29,5	6,9	13,8	—	—	13,8	5
E (Fig. 5)	82,8	36,8	9,2	13,8	13,8	18,4	13,8	9,2
F (Fig. 6)	82,8	36,8	9,2	18,4	13,8	13,8	13,5	9
G (Fig. 7)	87,4	36,8	9,2	13,8	—	—	13	6
H (Fig. 8)	74	46	9,2	13,8	—	—	10	6
J (Fig. 9)	83	46	—	—	—	—	12	7
K (Fig. 10)	128,8	46	—	—	—	—	10	7

The epicyte and sarcocyte are distinct over the whole body of the parasite; the sarcocyte is more distinct in the region of the epimerite, where it forms the portion described as the metabolic crown. The fibrils of myocyte are not seen distinctly and the slow movements of the parasite are due to the poor development of these fibrils. The body is not marked by any epicytal striations.

The endoplasm is excavated by alveoli, which contain numerous paraglycogen bodies of different sizes. These grains are elliptical or spherical.

The position of the nucleus in the body varies, but it is never found to be situated in the epimerite of the parasite, nor always

near the anterior end. It may occasionally be situated near the posterior end as well. So in this respect also, the organism differs markedly from the three varieties of *R. pilosa* as described by Hesse. There are also no channelled prolongations from the epimerite to the nuclear membrane. The nucleus is large, measuring from 9 μ to 14 μ in diameter. It is more often spherical, but sometimes ovoid. The nuclear membrane is not very sharply stained by iron-haematoxylin. There is a large spherical karyosome, which may be central or eccentric in position. When eccentric, it lies in the posterior half of the nucleus. Sometimes it is actually in contact with the nuclear membrane, while at other times, there is a clear space surrounding the karyosome. The karyosome is surrounded by chromatin grains dispersed over a network of linin.

Round about the karyosome are seen little masses of chromatin, some of which are in contact with the nuclear membrane, or having passed through the latter are lying just outside it (Fig. 9). In older parasites some of the chromatin masses lying in the cytoplasm are surrounded by a membrane and form secondary nuclei. In one of our preparations, we have come across a specimen (Fig. 10) which contains a secondary nucleus, which besides possessing a distinct membrane, shows some fine chromatin granules surrounding the central karyosome.

Of the reproductive phases, we are able to add little to the existing accounts of the genus. The association cysts are more or less ovoid, and measure up to 129 μ by 81 μ. The gametocytes are nearly equal in size.

III. The genus *Nematocystis*.

The genus *Nematocystis* was established by Hesse in 1909 to include monocystid parasites which attain a great length, reaching even up to to 5 mm, and in which the general form of the body is like that of a nematode worm. The nucleus is generally oval and contains one or more karyosomes. Trophozoites are solitary. Sporocysts are biconical with similar non-appendiculate poles. He referred *Monocystis magna* Schmidt to this genus, and described three new species, viz., *Nematocystis lumbricoides*, *N. vermicularis*, and *N. anguillula*. Since then Cognetti de Martiis has described two more species, viz., *N. cecconi* (1918) and *N. almae* (1921), and Berlin *N. anguillula* var. *gracilis* (1924). Two new species and occurrence of two others in new hosts are described below.

Nematocystis hessei nov. spec.

Diagnosis: Monocystid elongated like a worm and tapering at either end. Size up to 552 μ in length by 42 μ in thickness. No epycital striations. Nucleus long and fusiform, with two karyosomes, which are sometimes very unequal in size.

Host: *Pheretima heterochaeta* (Mchlsn.).

This parisite has been found in the seminal vesicles of *Pheretima heterochaeta* (Mchlsn.). The infection is very rare, so far we have come across only two specimens of the parasite in one out of a large number of smears from the seminal vesicles of these worms. Owing to the rarity of its occurrence, no observations could be made on the living parasite.

In the stained specimens the three layers of the ectoplasm are recognisable. The epicyte does not present any longitudinal or transverse striations. The sarcocyte is well developed and the fibrils of myocyte are visible only at the points the parasite has constricted itself. The endoplasm shows the usual alveolar structure, and paraglycogen grains are lodged in these alveoli. The paraglycogen grains are less voluminous than those found in other species of *Nematocystis*. The body is elongated like a worm, but is not quite cylindrical; it is deformable, and tapers to a point at either end, as in other species of the genus. The size of one trophozoite is 327 μ by 38,5 μ and of a second specimen 552 μ by 42 μ.

The characteristic feature of the parasite is the shape and structure of the nucleus, which is quite different from that in the other species. The nucleus is situated near the centre of the parasite. It is long and fusiform, and can attain a size of 79 μ along its long axis. The nuclear membrane is distinct and is deeply stained by basic stains. There are two karyosomes, which in one of the specimens (fig. 12) are very unequal in size. The larger of these measures 34 μ along its long axis and the smaller only 9 μ. Each karyosome is surrounded by a clear area. In the smaller one, we find a more deeply stained central area, but in the larger the central area is more lightly stained and contains within it a number of deeply stained bodies. Both the karyosomes in the other specimen (Fig. 11 a) show a vacuolated structure. Besides the karyosome, a number of chromatin grains are contained in the nucleus.

The parasite resembles in some respects *N. anguillula* but differs from it in the absence of epicytal striations and in the nuclear structure.

Nematocystis plurikaryosomata nov. spec.

While working at the Central Research Institute, Kasauli in 1922, Mr. CHATTERJEE came across an earthworm which has been identified by Dr. J. STEPHENSON, of Edinburgh University, as *Allolobophora (Eisenia) foetida* (SAVIG.). These worms are very abundantly found in cow dung and have been found to harbour specimens of a new species which is here described as *Nematocystis plurikaryosomata*.

Diagnosis: Monocystid with a long and extremely deformable body, reaching up to more than 1 mm in length and 100 μ in thickness. No epicytal striations. Nucleus elongated and oval, with several small spherical karyosomes. Cysts small attaining a size of 140 μ in diameter. Spores 6,5 to 8,5 μ by 3,4 μ in size.

Host: *Allolobophora* (*Eisenia*) *foetida* (SAVIG.)

In the living condition the organism presents a dark aspect owing to the great abundance of food-grains embedded in the endoplasm.

The nucleus is seen as a transparent oval body embedded in the central granular region of the endoplasm. The body of the parasite is very deformable and shows constrictions and bulgings during the progression of the parasite. The granular cytoplasm together with the nucleus appear to flow from one pole towards the other during the movements. The parasite reaches up to 1150 μ and 100 μ in thickness.

The parasite which lives in the seminal vesicles, is not found attached to any hypertrophied cell of the epithelium. There are no polar ornamentations and there are no hairs round the posterior pole of the parasite. In these respects as also in its nuclear structure it differs from *N. magna* and other species described by HESSE.

In stained preparations, the body exhibits the usual structure. Epicytal striations are wanting, and myocyte fibrils are visible at places where the body is constricted. Endoplasm is alveolar and the alveoli are filled with paraglycogen grains. A characteristic feature is that in these stained preparations, the paraglycogen grains are seen to aggregate along the central region, leaving a clear peripheral zone. The grains are more or less ellipsoidal and vary greatly in shape and size. The essential characteristic feature

however, is the structure of the nucleus. The position of the nucleus in the body of the parasite varies. The nucleus is large, elongated and oval, and measures on an average 60 μ along its long axis. The nuclear membrane is very distinct. The nucleus contains several large karyosomes, which vary in number in different specimens. They are generally spherical and may be from 6 to 12 in number. The linin network is not visible, nor are there any chromatin granules apart from the karyosomes. The ground substance of the nucleus is homogenously stained by acid stains.

The parasites contract considerably when associating. The cysts enclosing pairs of gametocystes are spherical and reach only up to 140 μ in diameter. The cyst-wall is thick and does not allow the associants to take up stain readily. Zygotes which are formed by the union of iso-gametes measure 5,8 μ in diameter. The spores are spindle-shaped and have similar non-appendiculate pointed poles. The size of the spores varies, the smallest measure 6,5 μ by 3,4 μ and the largest 8,5 by 3,4 μ, and there is a series with dimensions intermediate between the two.

Nematocystis lumbricoides Hesse.

Hesse described this species as a rather rare parasite of the seminal vesicles of *Helodrilus caliginosus* Savig. We have found a few parasites in the seminal vesicles of *Pheritima heterochaeta* (Mchlsn.) which resemble in all essential particulars with the description of this species as given by Hesse.

The general form of the parasite resembles that of an earthworm, being swollen in the middle and narrower at each end. The anterior end is somewhat rounded and the posterior more pointed. The body of the parasite is deformable, and presents several bulgings and constrictions. In addition the parasite can roll upon itself and look very much like an earthworm rolled upon itself as the result of being taken up in one's hand. Our specimens attain a maximum length of 1 mm and a width of 31 μ in the widest region.

Our specimens however differ from those described by Hesse, in the epicyte not being ornamented with parallel longitudinal striations. The nucleus is variable in position. It measures 46 μ along its long diameter. It is elongated and spindle-shaped, and contains a single large oval karyosome which is placed eccentrically. The karyosome is seen to be vacuolated. Fine chromatin granules can be seen scattered in the nucleus, but no linin network is visible.

Nematocystis vermicularis Hesse.

Hesse (1909) described this parasite from the seminal vesicles and coelom of *Helodrilus longus* Ude, but we have found it in the seminal vesicles of *Pheritima barbadensis* (Beddard). The infection is rather rare, as a single trophozoite has been found in one out of a large number of smears from the seminal vesicles of this worm.

The specimen is not covered over by phagocytes, and closely resembles Hesse's Fig. LXVIII a. The size of the specimen is however much less, being only 446 μ in length by 69 μ in thickness. The nucleus is oval and situated more towards the blunt end of the parasite and measures 38,5 μ along its long axis. The nuclear membrane is not distinct. There is a central spherical karyosome. Linin network is not visible and chromatin particles are fine and closely dispersed round the karyosome.

IV. The genus *Echinocystis.*

Echinocystis globosa g. et nov. spec.

The seminal vesicles of *Pheretima heterochaeta* (Mchlsn.) contain a spherical gregarine with two spine-like prolongations from the surface of the body. We have assigned it to a new genus *Echinocystis* and the specific name *globosa* is given to the parasite.

Diagnosis: Monocystid with a more or less spherical body with two spine-like structures radiating from the surface of the animal. The nucleus is large and generally ovoid and contains a single large karyosome. Trophozoites are solitary. Sporocysts biconical, with two similar truncated poles.

The infection is very rare. The young parasite developes within the blastophore and in this stage it has no spine-like structures. The spines are observed in adult parasites only, which are living free in the seminal vesicles.

The parasite presents a dark aspect when examined under the microscope in the living condition in 0,75 % salt solution. It does not at all present active movements; the external form is hardly affected during the slow movements the animal presents. Paraglycogen reserve food grains are found in the body of the parasite and this accounts for the dark aspect of the parasite in the living condition.

The shape of the body of *Echinocystis globosa* is more or less like a globe, insensibly drawn along one axis. The average measurement of the adult forms is 74 μ by 65 μ. From the surface of the body spring out two spine-like structures which gradually narrow towards the distal end. The two spines are not always of the same length. These are covered by epicyte, lining which is a layer of sarcocyte; fibrils of myocyte are not visible. Lying in the interior of the spines is the non-granular endoplasm. In their constitution the spines of *Echinocystis globosa* somewhat resemble the epimerite met with in *Rhynchocystis*, in which however only one prolongation is found at the anterior end of the parasite. In *Rhynchocystis* also the mucron is free from paraglycogen grains and the granules of the endoplasm are so close, that it appears homogeneous. The separation between the homogenous endoplasm of the spine and the granular endoplasm of the body is marked by a curved surface which presents its concavity towards the body of the parasite.

Epicyte and sarcocyte are visible whereas fibrils of myocyte are not observed and this absence of fibrils of myocyte accounts for the complete loss of active movements of the parasite. The layers of epicyte and sarcocyte are visible throughout the body of the parasite and also in the spine-like prolongations. The endoplasm is marked by alveoli and in these alveoli are lodged paraglycogen grains which take on a deep stain with Iron haematoxylin. The reserve food grains assume various shapes and vary also in size.

The nucleus is generally large, slightly elongated and oval; it is often situated near the middle of the body; at times it may approach one or the other side of the sphere. It attains a size up to 24 μ along its long axis. The nuclear membrane is very distinct. In the nucleus there is a single, fairly large karyosome placed near its centre. Generally the shape of the karyosome is ovoid but at times it is spherical. The karyosome in the adult is not vacuolated. The karyosome may reach a size of 15 μ.

Development. In the blastophore the trophozoite assumes a spherical form; later on it becomes ovoid. In these early stages, the nucleus is spherical in form and contains a single spherical karysome. Chromatin granules are not visible. The young parasite grows at the expense of the surrounding attached spermatozoa. Gradually the parasite assumes the form characteristic of adult individuals, the nucleus becoming oval at the same time. The exact

stage at which the spine-like processes make their appearance is not known.

Two adult trophozoites when they are ripe for reproduction come into close association with each other. Then they secrete a common cyst wall around them. During this stage the spine-like processes, like the sucker of *Stomatophora* and the epimerite of *Rhynchocystis* are lost and no trace of them can be seen in the associated individuals. We have not come across any of the stages in gamete formation. One cyst containing the zygotes was met with and the zygotes found to measure 7,5 μ across. Just a few spores are also found in one of our preparations. These spores are unusually large, measuring 28 μ by 14 μ. In one of these spores there are seen two distinct sporozoites. We are not certain if these spores belong to this species, but if they do, the spores are quite remarkable, considering the fact that in Monocystids the spores are invariably octozoic.

V. The genus *Monocystis*.

Monocystis pheritimi nov. spec.

Diagnosis: Monocystid of a variable form, attaining a size up to 220 μ by 50 μ, and showing active movements. Paraglycogen grains are few. Nucleus generally spherical, sometimes ovoidal, with a single spherical karyosome, placed eccentrically. Cysts spherical reaching 80 μ in diameter.

Host: *Pheretima posthuma* (L. Vaill.) from Lahore and Bombay.

Ghosh (1923) has recently described two new species of *Monocystis* viz., *M. bengalensis* and *M. lloyodi* from the seminal vesicles of *Pheretima posthuma* from Calcutta and its neighbourhood. We have studied many smear preparations made from the seminal vesicles of this same worm from Lahore, and find the monocystid parasite differing markedly in form and size of the trophozoite and its nuclear structure from the previously known species of *Monocystis*, and also from the two species from this host as described by Ghosh. Our preparations were fixed in Schaudinn's fluid and stained by iron-haematoxylin. We have also had the opportunity of examining a series of preparations of the contents of the seminal vesicles of the same host from Bombay, made by Mr. Sam Setna, M. Sc. These preparations were stained by Ehrlich's haematoxylin. These preparations also contain the same parasite as the Lahore worms do.

Our thanks are due to Mr. Sam Setna for placing his preparations at our disposal.

When examined in the living condition the parasite presents a bright aspect. The body of the parasite is extremely deformable and it shows movements characteristic of the genus *Monocystis*. It constantly changes its shape and assumes quite different aspects at different times; at times it is spherical, then it becomes ovoid and then ellipsoidal and at other times it may be dumb-bell shaped. Paraglycogen grains are comparatively less in amount; these are quite often spherical but the shape and size may vary. The nucleus is seen as a white area moving along with the granular cytoplasm, first towards one pole, then back to the other. The adult trophozoite attains a size up to 220 μ by 50 μ.

The layer of epicyte is thin and there are no epicytal striations. Sarcocyte is rather well developed; the fibrils of myocyte are extremely delicate structures and visible only at places. The endoplasm is excavated by alveoli; these are quite large and within these are lodged grains of paraglycogen which take up both acid and basic stains.

The position of the nucleus in the body varies. In spherical and oval forms it is situated more or less near the centre; in ellipsoidal forms the nucleus may be in the middle or may approach one or the other pole of the body. It is generally spherical, but may also be ovoid. There is a distinct nuclear membrane which takes up chromatin stains. The karyosome is fairly large and is placed eccentrically in the nucleus. There is linin net work in the nucleus and chromatin granules are seen scattered over the net work. The diameter of the nucleus may reach 15 μ.

Cysts are spherical, being on an average 80 μ in diameter. Zygotes measure about 3 μ in diameter. Spores and sporozoites are as usual.

General.

Brasil (1908 and 1909), Hesse (1909), Bastin (1919) and Bhatia (1924) have already discussed the structure and significance of an epimeritic structure found in certain so-called acephaline gregarine parasites. As pointed out by Hesse the epimerite in such Monocystid genera as bear them, e. g. *Stomatophora* and *Rhynchocystis*, differs from the epimerite of the typical cephaline gregarines, in (1) being changeable in form and (2) in not being abandoned

within the host cell. He also pointed out that in the epimerite of Polycystids there is never any sarcocyte nor myocyte, whereas these two layers not only exist in the epimerite of *Rh. pilosa*, but are even more devoloped than over the rest of the body. These points need not be emphasized any further.

In our studies of the three species of *Stomatophora* and of *Rhynchocystis cognettii* (described in this paper) we are struck by the essential resemblance between the epimerites in these two genera. The structure in its well developed form always consists of (1) a mucron projecting from the anterior end of the body, which consists of epicyte covering a core of homogeneous entocyte (but no sarcocyte or myocyte) and (2) a peri-mucronal zone of differentiated cytoplasm in which sarcocyte and myocyte are also present. This latter zone assumes a variety of forms in different species, and may even be wanting. In *St. simplex* there is no crown of petals surrounding the sucker, while in *St. coronata* there is a well-developed petaloid crown and in *St. diadema* the whole body is marked by furrows and divided into a number of irregular lobes. Similarly in *Rhynchocystis porrecta* (vide HESSE's figs. 23 and 29) the mucron in well developed, but the crown of sarcocyste is wanting. In *Rh. hessei* (vide COGNETTI's fig. 3) both the mucron and the differentiated zone in which sarcocyte is present are well developed. In *Rh. pilosa* (HESSE's figs. 28, 22 and 24) and *Rh. cognettii* (figs. 2, 5, and 22 in this paper) the structure reaches its full development and recalls comparison with *St. coronata.*

Strictly speaking as remarked by HESSE "the mucron only would be comparable with the epimerite of the Polycystids, the rest of the structure would then be comparable with a very peculiar protomerite, with differentiated cytoplasm, the granules of which are so fine and close that it appears somewhat hyalin and much more dense in consequence than the cytoplasm of the deutomerite, but not separated from the latter by an ectoplasmic partition". So the epimerite in *Stomatophora* and *Rhynchocystis* is no doubt a reduced structure, indicating clearly at the same time that the monocystids are degenerate descendants of Polycystid forms.

Monocystis striata (HESSE's fig. 32) shows a distinct anterior sucker with a central mucron and bears a close resemblance with the young stages of *Rh. pilosa.* Besides this *M. lumbrici* (HESSE's fig. 1) and *M. agilis* (BASTIN's fig. 1) show a distinct mucron. So while certain species of *Monocystis* show a close approach to *Stomatophora* and *Rhynchocystis*, these latter in their aged stages lose their

epimeritic structures and then become hardly recognisable from *Monocystis* or *Nematocystis*.

Discussing the probable role of the mucron in *M. agilis*, Hesse (p. 73) remarked that most probably it is a rudimentary organ, the vestigial remains of a voluminous structure, which indicates that *M. agilis* is derived from a fixed form (Monocystid or Polycystid) provided with a well developed epimerite. There is ample evidence to show that genera like *Doliocystis*, *Lankesteria* and *Gonospora* on the one hand and *Stomatophora* and *Rhynchocystis* on the other, are intermediate forms between *Cephalina* and *Acephalina*. Such primarily dicystid genera should be included with the *Acephalina* and placed in the sub-order *Haplocyta*, as advocated by Bhatia in his previous paper.

Summary.

1. A number of gregarine parasites from the seminal vesicles of several species of Indian earthworms are recorded in this paper.
2. The genus *Rhynchocystis* is closely related to *Stomatophora* as it possesses a well developed epimerite. Three species are previously known, and a fourth one named *Rhynchocystis cognettii* is described in this paper. This species possesses a distinct mucron surrounded by a crown of sarcocyte, and differs from the other species in the trophozoite bearing no hairs except on the mucronal region and occasionally at the posterior end, and the nucleus never occurring in the epimeritic region, nor being connected with the latter.
3. Two new species of *Nematocystis* viz., *N. hessei* and *N. plurikaryosomata* are described. The former has no epicytal striations, and possesses a long and fusiform nucleus containing two karyosomes. The latter also is not marked by epicytal striations, and possesses an oval nucleus containing several karyosomes.
4. A remarkable genus of monocystids, with two spine-like structures arising from the body is described under the name of *Echinocystis*. The spines resemble the epimerite of other monocystids, but no explanation can be offered for the existence of two spines.
5. A new species of *Monocystis* is also described.

A complete list of the hosts examined by us so far, and the parasites found in them by other workers or ourselves is given below.

Pheretima rodericensis (GRUBE)	*Stomatophora coronata* (HESSE)	Vesiculae seminales
	S. simplex BHATIA	
	Nematocystis anguillula HESSE	
	Monocystis macrospora HESSE	Coelome
**Pheretima barbadensis* (BEDCARD)	*S. coronata* (HESSE)	Vesiculae seminales
	S. diadema HESSE	
	†*N. vermicularis* HESSE	
**Pheritima heterochaeta* (MCHLSN.)	*Echinocystis globosa* BHATIA & CHATTERJEE	„
	N. hessei BHATIA & CHATTERJEE	
	†*N. lumbricoides* HESSE	
Pheritima posthuma (L. VAILL.)	*M. bengalensis* GHOSH	„
	M. lloyodi GHOSH	
	M. pheretimi BHATIA & CHATTERJEE	
Allolobophora (*Eisenia*) *foetida* (SAVIG.)	*M. lumbrici olidi* SCHMIDT	„
	M. agilis s. str. STEIN	„
	M. ventrosa (cysts) BERLIN	„
	M. arcuata BOLDT	„
	M. hurculea BOSANQUET	„
	M. suecica BERLIN	„
	M. densa BERLIN	„
	Rhynchocystis piriformis BERLIN	„
	R. porrecta SCHMIDT	„
	N. plurikaryosomata BHATIA & CHATTERJEE	
Allolobophora caliginosa (SAVIG.)	*N. lumbricoides* HESSE	Vesiculae seminales
	M. Le Memei HESSE	Vesiculae seminales & Coelome
	Zygocystis cometa STEIN	Vesiculae seminales
	Pleurocystis cuenoti HESSE	Ciliated Pavillion
	Rhynchocystis cognettii BHATIA & CHATTERJRE	Vesiculae seminales

* These hosts have been examined for the first time for their Gregarine parasites by the authors of this paper.

† Known species which are recorded from this host for the first time.

References to Literature.

BASTIN, A.: Contribution à l'étude des Grégarines Monocystidées. Bull. Biol. de la France et de la Belgique. Tome 53 1919.

BERLIN, HERVED: Untersuchungen über Monocystideen in den Vesiculae seminales der schwedischen Oligochaeten. Arch. f. Protistenk. Bd. 48 1924.

BHATIA, B. L.: The genus Stomatophora. Quart. Journ. Micr. Sci. Vol. 68 1924.

—: Preliminary note on the mode of infection of earthworms with monocystid parasites. Journ. Roy. Micr. Soc. 1924.

Brasil, L.: Recherches sur la reproduction des Grégarines monocystidées. Arch. Zool. exp. et gen. (4) T. 3 1905.

—: Nouvelles recherches sur la reproduction des Grégarines monocystidées. Ibid. (4) T. 4 1905.

—: Le genre Doliocystis (Léger). C. R. Acad. Sc. Paris T. 146 1908.

—: Documents sur quelques Sporozoaires d'Annélides. Arch. f. Protistenk. Bd. 16 1909.

Cognetti de Martiis, L.: Contributo alla conoscenza delle Monocistidee e dei loro fenomeni riproduttivi. Arch. f. Protistenk. Bd. 23 1911.

—: Nouve Gregarine monocistidee (nota prel.). Monit. Zool. ital. Firenze Vol. 29 1918.

—: Nouvo contributo alla conoscenza delle Gregarina Monocistidae. Monit. Zool. ital. Firenze Vol. 31 1921.

Doflein, F.: Lehrbuch der Protozoenkunde. 4. Aufl. 1916.

Drzewecki, W.: Über vegetative Vorgänge im Kern und Plasma der Gregarinen des Regenwurmhodens. Arch. f. Protistenk. Bd. 3 1903.

—: II. Stomatophora coronata nov. gen. Ibid. Bd. 10 1907.

Ghosh, E.: Monocystides from the Earthworms of Calcutta. Journ. Roy. Micr. Soc. 1923.

Hesse, E.: Contribution à l'étude des Monocystidées des Oligochètes. Arch. Zool. exp. et gén. (5) T. 3 1909.

Labbé, A.: Sporozoa. in: Das Tierreich. 5. Lieferung. 1899.

Leigh-Sharpe, W. H.: Some observations on Pleurocystis cuenoti Hesse (1909), a Coelozoic Parasite of the Earthworm. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. 3, Ninth Series, 1919.

Minchin, E. A.: Sporozoa. in: Lankester's Zoology. Part I. Second Fascicle, 1903.

—: An Introduction to the Study of Protozoa. 1912.

Mulsow, K.: Über Fortpflanzungserscheinungen bei Monocystis rostrata n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 22 1911.

Explanation of Plates.

Illustrating paper entitled "On some Gregarine parasites of Indian earthworms". By M. B. L. Bhatia and Mr. G. B. Chatterjee.

Plate 7.

Figs. 1—10. *Rhynchocystis cognettii* nov. spec.

All figures are free hand sketches drawn under Zeiss microscope provided with 2 mm. Leitz apochromatic objective. All are from stained preparations. Fig. 7 from preparation stained with iron alum haematoxylin, all others from preparations stained with iron alum haematoxylin and eosin. Figures are drawn to a magnification of about 450.

Fig. 1. A young trophozoite showing hairs round the mucron; the hairs seem thickened at their bases owing to continuation in them of the endoplasm from the body of the parasite. Hairs are also visible round the posterior extremity. Just below the horn there is a narrow differentiated area. Nucleus is more towards the posterior region.



Fig. 2. Young trophozoite possessing hairs round the mucron only. The mucron and the crown of sarcocyste are seen at the anterior end, the latter is marked by epicytal striations.

Fig. 3. The shape of the mucron and the from of the body are markedly different from parasites shown in Figs. 1 and 2. There is a secondary nucleus at the posterior extremity.

Fig. 4. A young trophozoite showing a different from of the mucron.

Fig. 5. A trophozoite showing the structure of the metabolic crown of sarcocyte extending beyond the mucron. The striations end in definite points. Paraglycogen grains are seen completely filling the body of the parasite. There are no hairs round the epimeritic region.

Fig. 6. A trophozoite showing different form of the epimerite. The crown of sarcocyte is extending beyond the mucron and shows epicytal striations. The hairs are seen surrounding the mucron. The eccentric karyosome is towards the posterior region of the nucleus.

Fig. 6a. Showing the structure of the nucleus. The karyosome is placed eccentrically, and contains a number of vacuoles and deeply stained grains. The karyosome is surrounded by a clear space. Chromatin grains are scattered within the nucleus in definite peripheral rings.

Fig. 7. A trophozoite showing hairs round the mucron, as well as at the posterior end of the body.

Fig. 8. An adult constricted trophozoite in which the anterior end is clearly differentiated into two regions.

Fig. 9. An old trophozoite having no mucron. Many deeply stained chromatoid bodies are seen scattered in the body of the parasite, and are surrounded by clear areas. In the nucleus some chromatin masses are seen in contact with the nuclear membrane.

Fig. 10. A still older trophozoite showing a deep constriction near the middle of the body. A secondary nucleus with a distinct nuclear membrane, chromatin grains, and a central eccentric karyosome is also seen.

Plate 8.

All figures are free hand sketches from permanent preparations. Figs. 12 to 16 are from preparations stained with iron alum haematoxylin and eosin; figs. 18, 19 and 21 from preparations stained with iron alum haematoxylin; figs. 11, 17 and 20 are from preparations stained with Delafield's haematoxylin and eosin. Figs. 14 and 16 are drawn under 16 mm objective; figs. 11, 13, 15, 17—21, under 4 mm objective; fig. 12 under 2 mm apochromatic objective and No. 10 eye-piece.

Nematocystis hessei nov. spec.

Fig. 11. An adult trophozoite with its nucleus showing two karyosomes. × 660.

Fig. 11a. Nucleus of the above parasite showing the vacuolated structure of the two karyosomes. Chromatin grains are seen scattered uniformly within the nuclear membrane. × 660.

Fig. 12. Nucleus of another individual, more highly magnified. Each karyosome is surrounded by a clear white area. Inside the smaller of the two karyosomes there is a deeply stained ovoid body. In the other there is a similar but lightly stained body which contains several deeply stained grains and other grains

which are united to form a rod like body. Chromatin grains are scattered uniformly in the nucleus. × 1470.

Nematocystis plurikaryosomata nov. spec.

Fig. 13. An adult trophozoite with an oval nucleus containing twelve spherical karyosomes. Chromatin grains are not clearly visible. × 660.

Figs. 14, 15 and 16. Different shapes which the parasite can assume, each having an oval nucleus with small karyosomes.

Nematocystis lumbricoides Hesse.

Fig. 17. A part of the adult trophozoite showing the great deformability of its body and containing an oval nucleus with a large, oval, vacuolated karyosome. Chromatin grains are seen scattered uniformly in the nucleus of the parasite. × 660.

Echinocystis globosa g. et nov. spec.

Fig. 18. An adult trophozoite showing the two spine-like structures and a large oval nucleus with an oval karyosome. Chromatin grains are seen scattered in the nucleus. × 660.

Fig. 19. An adult individual having an oval nucleus with a spherical karyosome placed eccentrically. The karyosome is surrounded by a clear space. Chromatin grains concentrate at several places and fine particles of chromatin are distributed rather unevenly. × 660.

Monocystis pheretimi nov. spec.

Fig. 20. An adult individual with a spherial nucleus having a large spherical karyosome placed eccentrically. The karyosome is surrounded by a clear white area. Chromatin grains are scattered uniformly. × 660.

Fig. 21. Another adult individual.

Plate 9.

The microphotographs in this plate were prepared for us by Mr. A. R. Binns, B. Sc. to whom our thanks are due. The photographs were taken under Leitz's microscope provided with apochromatic objectives, and with Leitz's micro-photographic outfit.

Fig. 22. *Rhynchocystis cognettii.* An adult trophozoite. 2 mm objective. × 6 oc.

Fig. 23. *Rhynchocystis cognettii.* An old individual showing a deep constriction in the middle of the body, and a secondary nucleus. 2 mm objective. × 6 oc.

Fig. 24. *Nematocystis hessei.* The anterior part has not come in the photograph. The nucleus is seen with the vacuolated karyosomes. 4 mm objective. × 12 oc.

Fig. 25. *Nematocystis plurikaryosomata.* With a nucleus containing several karyosomes. 4 mm objective. × 6 oc.

Fig. 26. *Echinocystis globosa.* Showing the two spines and the oval nucleus containing an oval, eccentric karyosome. 4 mm objective. × 12 oc.

Fig. 27. The same as in Fig. 26. Less highly magnified. 4 mm objective. × 6 oc.

Fig. 28. *Monocystis pheretimi.* Showing the nucleus with an eccentrically placed karyosome. 4 mm objective. × 6 oc.

Fig. 29. *Monocystis pheretimi.* Showing an oval nucleus placed more posteriorly. 4 mm objective. × 6 oc.

Institut für experimentelle Biologie Moskau.

Über die Axopodien der Heliozoa und die Greiftentakeln der Ephelotidae.

Von
Gr. Roskin.

(Hierzu 9 Textfiguren.)

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

Die Literatur, welche dem Studium der Axialfäden und besonders des von *Actinosphaerium* gewidmet ist, ist nicht groß. Gewöhnlich beschränken sich die Forscher auf die allerkürzesten und oberflächlichen Bemerkungen über die Natur und die Struktur der Axialfäden.

Am genauesten untersuchte sie Brand (1878) und Doflein (1916). Brand schreibt, daß die Axialfäden aus Ectosark differenzieren und daß dieser letztere sie alsbald wieder auflösen könne; Brand behauptet, daß die Lösungsfähigkeit des Axialfadens sehr verschieden

sei und von der Zeit seiner Bildung abhängt und daß mit der Zeit diese Lösungsfähigkeit stark sinke. Brand erklärt das dadurch, daß der neugebildete Axialfaden aus reinem „Vitellin" bestehe, in welchen sich mit der Zeit irgendwelche Stoffe mischen, die die Resistenz des Auflösens bedingen. Brand's Beobachtungen sind ganz richtig: die Axialfäden sind wirklich temporäre Bildungen, welche bald verschwinden, bald wieder erscheinen, während des ganzen Lebenscyklus des *Actinosphaerium*.

Die Axopodien von *Actinosphaerium* wurden von Doflein mittels Paraboloidkondensor untersucht und derselbe zeigte, daß der Axialfaden eine fibrilläre Struktur hat, was vollständig mit meinen Beobachtungen stimmt; Doflein aber meint, daß die Axialfäden nur einfache fibrilläre Bündel sind; nach meinen Beobachtungen ist die Struktur der Axialfäden komplizierter.

Die Beobachtungen wurden an lebenden sowie auch an verschieden bearbeiteten Objekten ausgeführt. Die besten Resultate wurden bei der Fixierung nach der Methode Mewes und Bouin erhalten, wobei wir die Schnitte mit Eisenhämatoxylin färbten und mit Toluidin-Alizarin (nach Benda) sowie nach der Methode von Mallory. Einen großen Nutzen zogen wir bei unserem Studium aus den Totalpräparaten von *Actinosphaerium*, die wir folgendermaßen erhielten: auf den Organismus, welcher auf den Objektträger mit möglichst wenig Flüssigkeit gebracht wurde, wurde von einer gewissen Höhe ein Deckgläschen geworfen, auf dessen unteren Fläche sich ein Tropfen Fixator befand; auf diese Weise entstanden gleichzeitig ein Zerdrücken des Organismus und eine Fixation desselben.

Histogenese der Axopodien von *Actinosphaerium Eichhorni.*

Von dem Körper des *Actinosphaerium* gehen in langen Strahlen die Axopodien ab, in welchen man deutlich die Axialfäden sehen kann, welche oft in unmittelbarer Nähe von dem Kern anfangen und bis zum Ende des Axopodiens in nadelförmigen Bildungen gehen. Auf der ganzen Ausdehnung außerhalb des Körpers sind die Axialfäden von Protoplasma bedeckt, dessen flüssige Eigenschaften wahrscheinlich denjenigen des Hyaloplasmas entsprechen.

Wir wollen jetzt den Bildungsprozeß der Axialfäden beobachten. Bei Untersuchung des Körpers des *Actinosphaerium* kann man zuweilen außer den gewöhnlichen strahlenförmigen, höchst elastischen Axopodien auch noch kleine, breite protoplasmatische Aussprünge

bemerken, in welchen man vergebens den Axialfaden suchte. In diesen Aussprüngen dehnen sich anstatt des Axialfadens, mitten in dem homogenflüssigen Plasma, in der Form eines breiten Säulchens Fäden eines dichteren, anders lichtbrechenden Plasmas aus. Diese Fäden sind allerdings keine festen Fibrillen, sondern eher auf bestimmte Weise orientierten Ströme des flüssigen Plasmas — die Fibrilloiden. Auf der Fig. A ist ein neu gebildetes, neu erschienenes Axopodium mit dem Anfangsstadium der Bildung des Axialfadens dargestellt.

Der fernere Prozeß der Formierung des Axialfadens geht folgendermaßen: der breite Auswuchs des soeben erschienenen Axopodiums verlängert sich allmählich; gleichzeitig wird es schmäler;

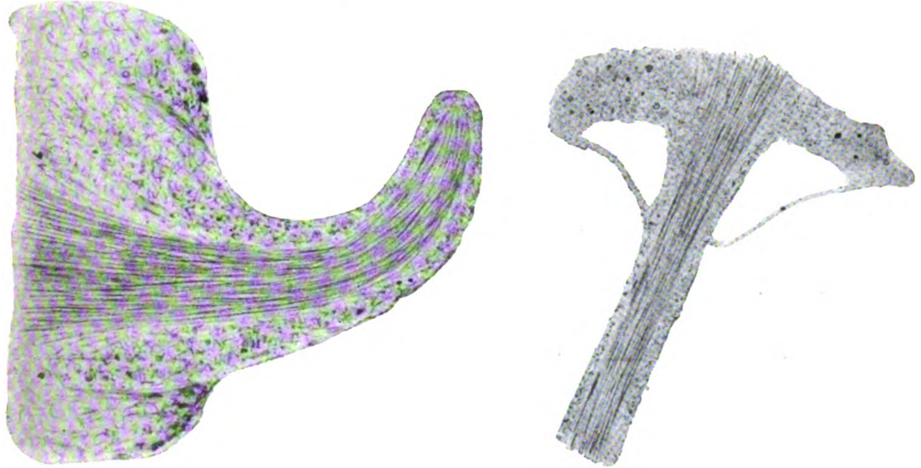


Fig. A. Fig. B.

die fadenartigen Ströme des Plasmas (Fibrilloiden), welche sich zuerst auf dem größten Teil der Axopodien verbreiteten, kondensieren sich jetzt in der Mitte, jeder einzelne Faden aber richtet sich auf und wird deutlicher. Diese Erscheinungen sind für das zweite Stadium der Formierung des Axialfadens charakteristisch (Fig. B). Dann kommen die einzelnen Fäden immer mehr zusammen, bis sie endlich zusammenfließen.

Vom Gesichtspunkte der Veränderung des Agregatzustandes charakterisiert sich der Formierungsprozeß des Axialfadens durch einen Übergang der fadenartigen Ströme des Plasmas (Fibrilloiden) vom flüssigen Zustande in einen festen oder halbfesten Zustand.

Daß im Anfang die Fibrilloiden die Eigenschaften der Flüssigkeit haben, zeigt sich in ihrer Fähigkeit zusammenzufließen.

Im Laufe des Prozesses werden die flüssigen Eigenschaften der Fibrilloiden allmählich in den Hintergrund gedrängt und die Eigenschaften des festen Zustandes treten immer deutlicher hervor, aber immerhin sind die Eigenschaften des flüssigen Zustandes noch lange deutlich genug zu bemerken und die Elastizität des jungen Axialfadens ist im Anfang noch recht unvollkommen. Erst nach einiger Zeit verwandelt sich das gegen jeden Druck empfindliche Axopodium in eine gewöhnliche elastische Form. Schon in diesem Zustande ist der Axialfaden nur imstande, sehr langsame und recht einförmige Änderungen in seiner Form zu vollbringen. Immerhin beweisen diese beschränkten Bewegungen, daß der Axialfaden auch im erwachsenen Zustande nicht aus einem festen Stoff, sondern aus einem flüssigen mit überwiegenden festen Anzeichen besteht.

Die Struktur des Axialfadens.

Wie ist denn der Bau der gänzlich formierten Axialfäden?

Im erwachsenen Zustande erscheinen sie nicht als gleichartig gebaute Nadeln, sondern als Röhrchen, deren Wände ganz deutlich eine verschiedene Färbung von dem sie umgebenden Plasma haben (Fig. C a). Diese Röhrchen sind nicht porös, sondern mit Plasma

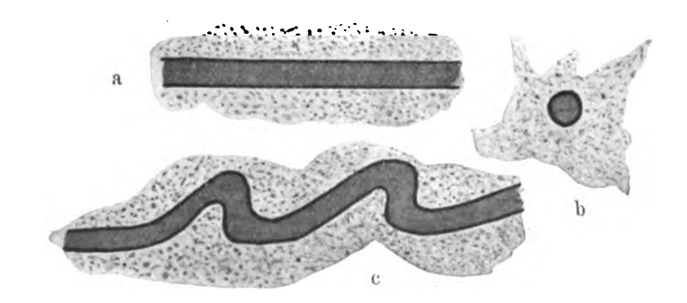


Fig. C.

gefüllt, welches sich mit gewöhnlichen sauren Farben färbt, nur bedeutend stärker und dichter ist als das Cytoplasma. Überhaupt ist zu bemerken, daß das Plasma, welches den Axialfaden füllt, eine sehr zähe Konsistenz hat. Die Zeichnungen der Querschnitte beweisen auch deutlich den röhrenförmigen Bau des Axialfadens (Fig. C b).

Das Faktum, daß wir in unseren Beobachtungen eine Unterbrechung hatten und zwar zwischen dem Kondensationsstadium der

Fäden und des vollständig formierten Axialfadens, zwang uns, irgendwelche indirekten Andeutungen darauf zu finden, daß die Wände des Axialfadens tatsächlich aus Fibrillen bestehen. Und in der Tat, es gelang uns bald, auf den Abschnitten derartiges zu entdecken, was unsere Vermutung bekräftigte, namentlich ist es in den gebrochenen oder scharf verbogenen Axopodien an den Stellen der größten Krümmung deutlich sichtbar, wie der Axialfaden in ein Büschel einzelner Fibrillen übergeht (Fig. D).

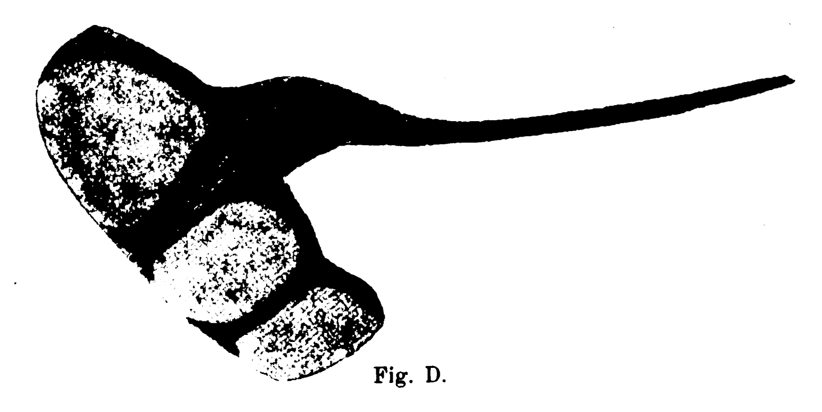


Fig. D.

Außerdem kann man auf den Präparaten, welche man zuerst eine kurze Zeit mit schwacher Essigsäure bearbeitete und dann nach der Methode Mewes fixiert und mit Eisenhämatoxylin gefärbt hatte, das Zerfallen des Axialfadens in Fibrillen und zwar auf recht



Fig. E.

großen Abschnitten beobachten (Fig. E). Es ist bemerkenswert, daß diese Fibrillen sich durch ihre dicke Struktur von der fadenartigen Struktur der Anfangsstadien der Formierung unterscheiden, außerdem durch ihre Massigkeit und durch ihren dementsprechend größeren Farbenglanz auf den Präparaten.

Die letzte Beobachtung kann als Hinweis auf die Wahrscheinlichkeit dafür dienen, daß die Prozesse der Auflösung, des Verschwindens der Axialfäden in verschiedenen Perioden des Lebens

der Actinosphaerien das Stadium eines vorläufigen Zerfallens in einzelne Fibrillen durchmachen müssen, wenn auch dieses Stadium sehr kurz ist. Mit dem Zerfallen des Axialfadens verschwindet auch die Elastizität der Axopodie. Es war uns höchst interessant, das Abwechseln der Zustände der Axopodien mit der ähnlichen, aber bedeutend rascheren Verwandlung bei der heliozoaähnlichen Form der *Vampyrella lateritia* der gewöhnlichen Pseudopodie in eine elastische Form zu vergleichen, obgleich man in vivo bei *Vampyrella* keine besondere Struktur bemerkt, welche die Erscheinung der Elastizität bei dem Pseudopodium bedingen würde.

Es handelt sich wahrscheinlich um rasche Änderungen des Aggregatzustandes der inneren Schichten des Plasmas, in welchen abwechselnd bald die Eigenschaften eines festen Zustandes, bald diejenigen eines flüssigen Zustandes zu dominieren beginnen. Ferner bemerkten wir bei Beobachtungen von *Actinosphaerium* in sehr schwachen Essigsäurelösungen, daß in den isolierten Axialfäden infolge des Zerfallens (resp. des Auflösens) des protoplasmatischen Körpers unter dem Einfluß der Säure Erscheinungen des Schwellens stattfinden (Fig. F), welche sehr den analogen Erscheinungen bei den Spermatozoiden gleichen (Koltzoff 1905 und 1907). Diese Erscheinungen des Schwellens fangen mit einem lokalen Schwellen an und endigen mit dem Zusammendrehen des Axialfadens. Um eine größere Klarheit in den Schilderungen zu erhalten, hatten wir die verschiedenen Stadien der Änderung der isolierten Axialfäden gefärbt, indem wir Triacidlösung nach Biondi-Ehrlich unter dem Deckgläschen durchleiteten.

Jetzt werden wir die Form beobachten, in welcher die Leistung der Axialfäden vor sich geht, denn diese letztere kann nicht nur als Nachprüfung der Erklärung über die Axialfädenprüfung dienen, sondern alle Einzelheiten des Prozesses selbst können auf die Existenz neuer morphologischer Besonderheiten hinweisen. Schon längst weiß man, daß *Actinosphaerium* bestimmte Bewegungen ausführen kann, und Bütschli, indem er die Vermutungen der Ursachen dieser Bewegung kritisch auseinandersetzte, schloß sich der Meinung von Kohn, Claparède und Lachmnnn an, welche behaupteten, daß die Ursache der Bewegung in der Verkürzung der Axopodien liege. In der letzten Zeit haben Pütter und Schuberg die Vermutung ausgesprochen, daß die Bewegung der Axopodien aus der Abwechslung der Kontraktion des flüssigen Plasmas mit dem durch die elastische Achse ausgeführten Widerstand zustande kommt. Auf diese Weise erscheinen die Axialfäden nach der Theorie von Pütter

und Schuberg als feste, ausgeschlossen formbestimmende Fibrillen, „von deren Verkürzung durchaus keine Rede sein kann“, wie es Biedermann behauptet (1909).

Heidenhain (1911), der keine bestimmte Theorie betreffend der Bewegung der Axopodien ausspricht und die Thesen von Pütter und Schuberg kritisiert, schließt auf Grund seiner Beobachtungen über verschiedene Pseudopodien folgendes: „Daß die Differenzierung in Achse und Rinde, wie sie gelegentlich vorkommt (Heliozoen, einige Radiolarien usw.) und wie sie Schuberg nunmehr auch für die Cilien zunächst der Infusorien in Anspruch nimmt, von sekundärer Bedeutung ist und eventuell einem anderen biologischen Zwecke dient. Man könnte beispielsweise daran denken, daß in der beweglicheren Rindensubstanz diejenigen Stoffe geführt werden, welche bei der Cilienbewegung als Kraftquelle dienen.“

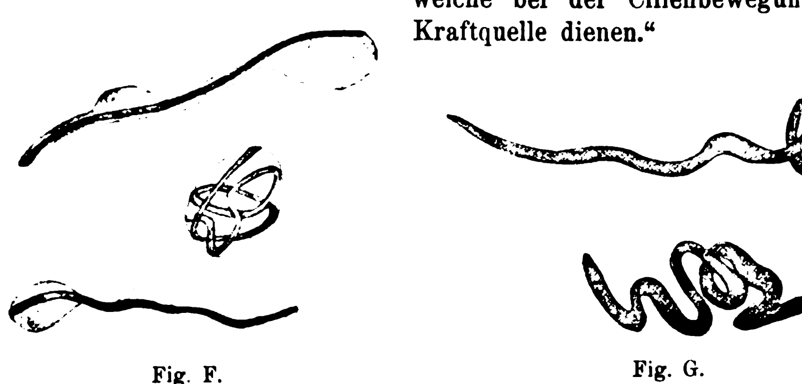


Fig. F. Fig. G.

Nachdem wir zahlreiche Beobachtungen über die Bewegung der Axopodien ausführten, fanden wir, daß bei gewöhnlichen Bedingungen diese Bewegungen sehr gering sind und stets von wellenartigen Einziehungen der Teile der Axialfäden begleitet sind, die innerhalb des Körpers verlaufen (Fig. Cc). Die vom Fixator hervorgerufenen sehr scharfen Bewegungen führen ein spirales Drehen der Axopodien und Axialfäden herbei (Fig. G).

Darauf gelang es uns, die Axialfäden ganz abzusondern, indem wir das *Actinosphaerium* in starke Glykoselösung legten, da die Axialfäden unter diesen Bedingungen eine ganze Reihe von Veränderungen durchmachen.

Zuerst schwellen die Axialfäden an den Spitzen an, darauf erscheinen Schwellungen in verschiedenen Teilen des Fadens, gleichzeitig entstehen Biegungen (Torsionen), sowie auch Trennungen in einzelne Teile, und endlich zerfallen diese Teile in Tropfen (Fig. H).

In diesen Veränderungen ist sehr charakteristisch die Leichtigkeit, mit welcher die Axialfäden ihre Festigkeit verlieren, rasch erweichen und die Fähigkeit gewinnen, die wunderlichsten Formen anzunehmen. In Lösungen von NaCl (0,75 proz.) fanden analoge Erscheinungen statt, aber in diesem Falle bleiben die einzelnen Tropfen lange miteinander verbunden, wobei die Verbindungsstellen an der Stelle ihres Ansatzes an die Tropfen etwas breiter werden.

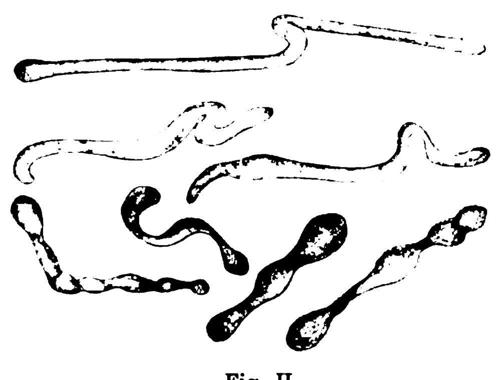


Fig. H.

Auf Schnitten durch ein *Actinosphaerium*, welches vor der Fixierung auf kurze Zeit mit einer schwachen Essiglösung oder Glykoselösung behandelt wurde, kann man die Anfangsstadien des Prozesses der Vakuolisation der inneren Schicht des Plasmas der Axialfäden sehen (Fig. J).

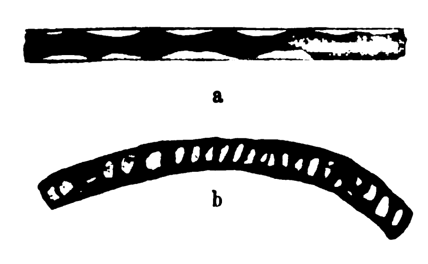


Fig. J.

Diese Zerfallserscheinungen des Axialfadens in Tropfen oder das Erscheinen einer Reihe von Vakuolen in seinem inneren flüssigen Plasmasäulchen gleichen den analogen Prozessen in dem kontraktilen Stiel von *Zoothamnium* (Koltzoff 1910), in Muskelfasern von *Hydra* oder in den Myonemen von *Stentor* (Roskin 1923).

Die Axopodien von *Actinophrys sol.*

Die Axopodien von *Actinophrys* stimmen in ihrem Bau mit den Axopodien von *Actinosphaerium* überein. Die Axialfäden von *Actinophrys* stellen hohle nadelförmige Gebilde vor. Ihre Außenschicht besitzt fibrilläre Struktur und der innere Hohlraum ist mit homogenem Protoplasma (Kinoplasma) ausgefüllt. Die Axialfäden stützen sich unmittelbar auf die Kernmembran, welche infolgedessen zum Skeletsystem dieser Zelle mitgerechnet werden kann.[1])

[1]) Hier muß ich auf die wertvollen Untersuchungen von K. Bělař (1923) über *Actinophrys* hinweisen.

Die Greiftentakeln der Ephelotidae.

Wir haben auch die Axialfäden der Greiftentakeln von *Ephelota gemmipara* beobachtet und wir können bestätigen, daß diese Organoiden auch dieselbe Struktur wie die der Heliozoa haben. Die Axialfäden der Ephelotidae gleichen einem Röhrchen, welches gegen das Ende zu enger wird (einer Nadel ähnlich). Die Wände des Röhrchens sind fest, und man kann darin eine fibrilläre Struktur entdecken; das Röhrchen ist mit flüssigem Protoplasma gefüllt (Kinoplasma), dessen Aggregatänderungen die Axialfäden in Bewegung bringen. Alles, was von der Struktur der Heliozoa erwähnt wurde, kann auch ohne jegliche Veränderung von den Greiftentakeln gesagt werden. Also wird die Vergleichung der Axialfäden der Heliozoa mit Axialfäden der Greiftentakeln, welche schon längst von Ischikawa hypothetisch behauptet wurde, ihre Bestätigung finden.

Zusammenfassung.

Die Erscheinung des Tropfenzerfallens oder die Erscheinung von Vakuolen in der flüssigen inneren Schicht des Plasmas erinnern an die ähnlichen Prozesse in dem Stiele von *Zoothamnium* (Koltzoff 1910), in den Muskelfasern von *Hydra* oder in den Myonemen der Infusoria (Roskin 1923).

Der Axialfaden ist, ähnlich allen obenerwähnten Organoiden, ein kleines Röhrchen mit Plasma gefüllt, dessen Wände sehr ausgesprochene skeletartige Eigenschaften besitzen, was in enger Beziehung mit einer sehr geringen Kontraktilität der Axialfäden steht.

Die Kontraktilität der Axialfäden ist mit einer gewissen Erweichung der Wände des Röhrchens verbunden, was vollständig mit der Fähigkeit, ihren Aggregatzustand rasch zu ändern, übereinstimmt.

Ähnlich wie die Erscheinungen, die wir bei den Muskelfasern von *Hydra*, bei den Myonemen der Infusoria (Roskin 1923) usw. beobachtet hatten, ist die Kontraktilität des Axialfadens auch ebenso mit der flüssigen inneren Plasmaschicht verbunden.

In den Axialfaden haben wir ein Beispiel eines Organoides, in welchem auf engste Weise die kontraktilen und die formbestimmenden Eigenschaften verbunden sind.

Literaturverzeichnis.

Biedermann: Vergleichende Physiologie der irritablen Substanzen. Ergebn. d. Physiol. 1909.
Brand: Über Axenfaden der Heliozoa. Sitz.-Ber. d. Ges. Nat. Freunde zu Berlin 1878.
Doflein: Protoplasma und Pseudopodien der Rhizopoden. Zool. Jahrb. 1916.
Koltzoff: Studien über die Gestalt der Zelle. I. Arch. f. Anat. 1906.
—: Studien über die Gestalt der Zelle. III. Arch. f. Zellf. 1912.
Lewis, M.: Reversible gelation in living cells. Bull. John Hopkins Hosp. 1923.
Puetter: Die Flimmerbewegung. Ergebn. d. Physiol. 1904.
Roskin: La structure des myonèmes des infusoires. Bull. Biol. France belgique 1923.
—: Die Cytologie der Kontraktion der glatten Muskelzellen. Arch. f. Zellforsch. 1923.
Schuberg: Über Cilien und Trichocysten. Arch. f. Protistenk. 1905.
Seifriz: The structure of Protoplasma and of inorganic gels: an anology. Brit. Journ. of exp. Biol. 1924.

Die Fig. A, B, C, E, F, G, H, J sind mit Apochr.-Immers. 1,5 mm in Verbindung mit Comp. Oc. 12 entworfen. Die Fig. D ist mit Apochrom.-Immers. 1,5 mm in Verbindung mit Comp. Oc. 6 entworfen.

(Aus dem Kabinet für Histologie und Embryologie Universität zu Moskau.)
Vorst.: Prof. N. W. Bogojawlenski.

Untersuchungen über den Protoplasmabau von *Actinosphaerium Eichhornii.*

Von

Alexis Rumjantzew und **Eugen Wermel.**

(Hierzu 6 Textfiguren und Tafel 10.)

Einleitung.

Da uns aus den Arbeiten Hertwig's und seiner Schüler die Anwesenheit der vegetativen Chromiden bei *Actinosphaerium Eichhorni* bekannt war, so beschlossen wir ihre chemische Natur aufklären zu versuchen mit Hilfe einer konsekutiven und rationalen Farbenanalyse. Hertwig hat gezeigt, daß die Chromidien im Plasma nicht nur bei normalen Bedingungen vorkommen, sondern hauptsächlich als Folge ungünstiger Existenzbedingungen auftreten; trotzdem haben wir wissentlich unsere Untersuchung auf normale vegetative, gut sich nährende Actinosphärien beschränkt. Wir nehmen an, daß bei physiologischer Degeneration, welche als Folge verschiedener Ursachen auftritt, wie auch bei jeder Degeneration überhaupt, im Plasma und besonders in den Kernen oft rein pathologische Umwandlungen vor sich gehen müssen, welche sich ihrem Wesen nach durch nichts von den Umwandlungen unterscheiden, welche uns als rein „degenerative“ für die Metazoa bekannt sind. Ein vortreffliches Beispiel unserer Behauptung stellen die Beobachtungen Speeth's (1918) vor. Diese Forscherin fand alle Formen der Kerndegeneration, welche uns aus der pathologischen Anatomie bekannt sind, doch hat

sie dieselben im Geiste der Schule Hertwig's gedeutet, indem sie z. B. die Karyorrexis für ein Austreten des Chromatins in das Plasma hielt. Unzweifelhaft, wie auch bei jeder Degeneration, müssen im Plasma Prozesse der Autolyse und die gewöhnliche Fettdegeneration stattfinden; bei den Protozoa aber können auch die Kerne einer Fettdegeneration ausgesetzt sein, wie es Borgert (1909) bei der Degeneration der Radiolaria *Aulacantha* beobachtet hat. Die Untersuchung aller dieser Prozesse würde nichts dem Wesen nach zur Kenntnis der uns interessierenden Struktur des Plasmas hinzufügen, und würde nur sowohl die Methodik der Untersuchung als auch die Feststellung der Wechselbeziehungen zwischen allen Granulationen, welche man im Plasma der Actinosphärien vorfindet, komplizierter machen.

Indem wir zu unserer Arbeit schritten, setzten wir schon im vornherein voraus, daß wir im Plasma der Heliozoa Kohlenhydratstoffe und Fettstoffe, sowohl wie auch Chondriom vorfinden werden. Darüber bestand kein Zweifel, da die verschiedenartigsten Einschlüsse, angefangen von der Arbeit Bütschli's (1882) und bis zur Arbeit Vonwiller's (1918) mehrmals bei den Actinosphärien beschrieben worden sind. Die Untersuchung aller dieser Einschlüsse bietet ein nicht geringes Interesse dar, da sie erlaubt nicht nur wenn auch annähernd das Schema der Morphologie des Stoffwechsels festzustellen, sondern auch viele Prozesse des vitalen Metabolismus der Einzelligen mit denjenigen, bei den Metazoa zu vergleichen. Wir sagen „annähernd“ und machen es wissentlich. Wir denken, daß es vielmal schwieriger ist die morphologischen Äußerungen der vitalen Prozesse der Einzelligen im Vergleich mit den Vielzelligen zu verdeutlichen. Der einzellige Organismus ist komplizierter als jede beliebige Zelle irgendeines Organs, welche nur eine bestimmte Funktion erfüllt (Dobell 1909).

Unser Interesse am Studium der cytoplasmatischen Strukturen des *Actinosphaerium Eichhorni* wurde noch dadurch erhöht, daß es den Beobachtungen R. Hertwig's an diesem Organismus und einer Reihe anderer beschieden war, der Grundstein einer Hypothese zu werden, welche eine Zeit eine fast allgemeine Anerkennung genossen hat.

Zur Jetztzeit, nach den vortrefflichen Arbeiten Doflein's und Bělař's können wir schwerlich uns ohne Skepsis zu solchen Untersuchungen, wie z. B. Goette's (1916) oder Schiffmann's (1919) verhalten, welche von Neuem die Möglichkeit der Bildung der Kerne der Gameten aus den Chromidien bestätigen.

Und wenn wir wirklich die Beobachtungen alter Autoren mit den Prozessen der Vermehrung für dieselbigen Formen, welche in neuen, genauer ausgeführten Arbeiten gegeben werden, vergleichen, so werden wir sehen, daß dort, wo die Chromidien als Körnchen beschrieben sind, wir es in der Mehrzahl der Fälle mit irgendwelcher schlecht konservierter Struktur (Kohlenhydratstoffe, Chondriosomen) zu tun haben würden. Dort aber, wo eine freie Bildung der Kerne aus den Chromidien beobachtet wurde, überzeugen wir uns stets mehr und mehr davon, daß als Kerne der Gameten Parasiten beschrieben wurden.

Doch wenn die chromidiale Hypothese auch zusammengebrochen ist, so bedeutet es noch nicht, daß mit ihr das Interesse an einer genaueren Analyse derjenigen cytoplasmatischen Einschlüsse, auf welchen einst die Münchener Schule basierte, verschwunden ist. Der Untersuchung dieser chromidialen Substanzen mit Hilfe einer rationelleren Methodik ist auch diese Arbeit gewidmet. Unsere Beobachtungen wurden vollführt und der Text selbst wurde geschrieben im Herbst des Jahres 1923, doch konnten wir aus von uns unabhängigen Umständen denselben nur am Ende des Jahres 1924 zum Druck übergeben. Die Arbeit wurde vollbracht im Laboratorium des Kabinets der Histologie der I Universität in Moskau und wir halten es für unsere angenehme Pflicht unsere Dankbarkeit dem Herrn Prof. N. W. Bogojawlensky für die Aufmerksamkeit, mit welcher er sich zu unserer Arbeit verhielt, auszudrücken.

Bau des Plasmas.

Der Bau des plasmatischen Körpers der Actinosphärien wurde mehrmals beschrieben und es ist keine Notwendigkeit vorhanden, eine ausführliche Beschreibung desselben hier zu wiederholen; deswegen werden wir uns auf das notwendigste beschränken. Der runde plasmatische Körper der Actinosphärien mit den von demselben radial abgehenden, bald ziemlich dünnen, bald dickeren Pseudopodien ist nach einem wabigen Typus gebaut. In der plasmatischen Schicht kann man in vivo eine mittlere Schicht (Marksubstanz der deutschen Autoren) unterscheiden, welche durch eine Rindenschicht bedeckt ist. Von der Rindenschicht gehen die Axopodien ab; unter ihnen, in einem dichteren Reifchen der basalen Schicht lagern sich rundliche Kerne. Die wabige Struktur des plasmatischen Körpers der Actinosphärien ist durch das Vorkommen einer großen Anzahl von Vakuolen bedingt, welche vom Zellsaft —

einem relativ flüssigen Inhalt — und ferner durch nach ihren Dimensionen bedeutenden Nahrungsvakuolen erfüllt sind. Die Wandungen der Waben bestehen aus dem eigentlichen Cytoplasma, welches verschiedene Einschlüsse enthält. Das sind plasmatische Querbalken, welche bald sehr dünn, bald etwas dicker sind; sie umschließen jede Vakuole von allen Seiten. Es wäre ein grober Fehler, die allgemeine Architektonik des Baues des plasmatischen Körpers des *Actinosphaeriums* als ein Beispiel eines körnig-wabigen Baues des Plasmas überhaupt zu betrachten, deswegen unterscheiden wir auch das echte lebendige Protoplasma der Querbalken, indem wir dasselbe Cytoplasma nennen.

In vivo kann man im Cytoplasma des Körpers und der Axopodien verschiedene stark lichtbrechende Körnchen von sehr kleinen Dimensionen beobachten. Im Cytoplasma der Axopodien verändern die Körnchen ihre Stellung und haben bald die Form einer Scheibe. Im Cytoplasma des Körpers in vivo sieht man Granulationen von ebenfalls zweierlei Art: hier kann man das Vorhandensein von Stäbchen und Körnchen feststellen; die letzteren haben eine rundliche Form; sie sind gut bemerkbar an Exemplaren, wo die Nahrungsvakuolen sich in der Randschichte befinden. Indem wir mit den Ansichten A. Meyer's (1920) vollkommen übereinstimmen, rechnen wir alle Granulationen, welche im Cytoplasma beobachtet werden, nicht zu seinen lebendigen Teilen, sondern zu „ergastoplasmatischen" Bildungen, indem wir sie als für den normalen Prozeß des vitalen Metabolismus notwendige Elemente auffassen. Die ergastoplasmatischen Einschlüsse können einen vollkommen bestimmten morphologischen Bau haben und lassen ihre Entdeckung im Cytoplasma mit Hilfe der Technik der Färbungen und rein chemischen Methoden zu.

Das Cytoplasma stellt vom kolloidchemischen Standpunkt aus ein Hydrodispersoid höherer Ordnung vor, welches man gleichzeitig mit einem Sol, bald mit einem Gel, bald mit einer Gallerte vergleichen kann. Der größte Teil der Zelle ist ein echtes Sol, der andere Teil besteht aus einer verdichteten Gallerte und, endlich, der dritte — sind reversible Gele. Die kolloide Natur des Protoplasmas läßt einerseits eine große Veränderlichkeit zu, andererseits aber eine Konstanz besonders der optischen Eigenschaften.

In Abhängigkeit von der Modifikation in dem Grade der Dispersivität oder der Modifikation der Spannungsoberfläche kann im Protoplasma eine physische Heterogenität auftreten, wobei aus einem emulsoiden Zustand das Protoplasma in einen Zustand von ebenfalls Emulsion übergehen, endlich in Schaum sich verwandeln kann. Die

an sich schaumige Struktur ist für die Kolloide nicht charakteristisch (siehe TSCHERMAK, 1915), und wenn sie, besonders bei den *Protozoa*, auch beobachtet wird, so nur als Ausdruck ihres physiologischen Zustandes im gegebenen Moment, wie es GIERSBERG in seiner interessanten Arbeit unlängst gezeigt hat.

Wie die Beobachtungen vieler Autoren zeigen, sind die Kolloide homogen in Hinsicht des Lichts und optisch leer im dunklen Felde des Paraboloidkondensors. Eine ebensolche optische Homogenität können wir auch dem Cytoplasma zuschreiben.

MAYER und SCHAEFFER (1908) fanden das Protoplasma homogen, wenn es gelang, einen Teil zwischen den Granulationen zu betrachten; dasselbe beschreibt FAURÉ-FRÉMIET (1910) für das Protoplasma von *Strombidium gyras*, DOFLEIN (1916) für verschiedene Foraminiferen, AGGAZOTTI (1910) für die Spermatozoiden und Blutkörperchen, A. MEYER (1920) für viele niederen Algen.

Wie unsere Beobachtungen zeigen, stellt der Bau des Plasmas des *Actinosphaerium* in dieser Hinsicht keine Ausnahme vor. Das ganze Protoplasma (der ganze plasmatische Körper dieses Protisten in vivo), ist heterogen, das Cytoplasma aber ist optisch homogen. Zwar tritt beim Zerdrücken im Stoff der Maschen manchmal eine Struktur in der Form eines äußerst zarten Netzes auf, doch ist diese Struktur ein Artefaktum, ein Produkt der Koagulation der Kolloiden, Stoffe, welche in den Bestand des Protoplasmas gehören. Die im Dunkelfelde nicht leeren Stoffe sind verschiedene Einschlüsse im Cytoplasma, angefangen von den kleinsten Microsomen und bis zu den glänzenden Granulationen inklusive und endlich der Kernwände.

Wir denken, wie es auch GIERSBERG (1922) gezeigt hat, daß die Homogenität des Cytoplasmas für die Protisten und für das Cytoplasma einer beliebigen Zelle charakteristisch ist, das Auftreten aber einer schäumigen, wabigen oder spumoiden (RHUMBLER) Struktur in demselben eine sekundäre Erscheinung ist, welche durch scharfe Veränderungen im kolloiden Zustand hervorgerufen wird. Auf Grund ziemlich langdauernder Beobachtungen der Gewebe von verschiedenem Charakter und verschiedener Tiere, welche in vitro kultiviert wurden, konnte einer von uns (RUMJANZEFF [1])) sich überzeugen, daß das Protoplasma der embryonalen Zellen in vivo optisch vollkommen homogen und leer ist, und andere Autoren, welche an Gewebskulturen arbeiteten (LEWIS), haben ähnliches beobachtet. Es ist natürlich,

[1]) Noch nicht veröffentlichte Arbeit.

daß nach dem Abtöten des lebendigen Plasmas seine Struktur sich stark verändern muß. Denn bei der Fixation führen wir ein lebendiges unstabiles System in einen festen und vollkommen stabilen Zustand über. Es muß im Voraus augenscheinlich sein, daß sowohl bei der Denaturierung des Kolloids und bei fernerer Gerinnung wir nicht imstande sein werden, eine völlige Erhaltung der Strukturen im Plasma zu erzielen. Unter der Einwirkung des Fixators gehen die Eiweiß-Sole in einen denaturierten Zustand über und fallen aus der Lösung nieder. Anstatt eines flüssigen Sols werden wir nach der Fixation eine durchsichtige Flüssigkeit haben mit Haufen von Verdichtungen im Niederschlag; konzentrierte Sole geben dichte Gebilde; es modifizieren sich auch die gallertigen Strukturen, obgleich die letzteren manchmal ihre Form beibehalten können (Hardy 1899—1900).

Die Struktur des Plasmas nach der Fixation kann nicht verglichen werden mit der Struktur des in vivo beobachteten. Größtenteils im lebendigen Plasma sowohl wie auch bei der Mehrzahl der Kolloiden tritt eine schäumigwabige Struktur hervor, doch ist sie ein Artefaktum, und es wäre ein großer Fehler, sie als eine wirklich existierende Struktur zu betrachten. Bei der Erwägung der Strukturen der fixierten Präparate müssen wir äußerst vorsichtig sein, um nicht in den allgemeinen Fehler zu verfallen, welchen man in sehr vielen und bedeutenden morphologischen Arbeiten über die Cytologie für die letzten 10—20 Jahre finden kann. Bei der Anwendung der Fixatoren muß man sich stets erinnern, daß sie, ohne scharf zu modifizieren, nur die groben, mehr oder weniger festen strukturalen Teile der Zelle konservieren, die feinste Struktur aber, wenn man überhaupt von einer Struktur der Kolloide reden kann, in der Mehrzahl unserer Präparate ein Artefaktum ist. Darüber wurde schon mehrmals geschrieben (Fischer 1899, Hardy 1900, Berg 1902—1905, Gross 1917, Tschermak 1916).

Das Cytoplasma der Actinosphärien kann als vortreffliche Illustration des Gesagten dienen. In vivo, wie oben beschrieben wurde, ist das Cytoplasma sowohl homogen und optisch leer, wie die Substanz, welche die Vakuolen erfüllt. Im Cytoplasma befinden sich stark lichtbrechende Körnchen. Nach der Fixation weist das Cytoplasma in Abhängigkeit vom Fixator eine verschiedene Struktur auf. Die Alkoholfixatoren, z. B. Carnoy, geben ein feinstes zartes Netzchen, wodurch sie dem Cytoplasma einen deutlich ausgedrückten wabigen Charakter geben. Die Querbälkchen der Maschen bestehen bei einer 2500fachen Vergrößerung aus feinsten Körnchen, welche

sich zum Teil durch basische, zum Teil durch saure Farben tingieren (Taf. 10 Fig. 1, 3). Alkohol und Sublimat geben gröbere Körnchen und dichtere Wandungen der Waben, welche sich ebenso wie nach reinen Alkoholfixationen färben. Die Pikrinsäure, außer den Maschen, gibt manchmal auch eine Faserung und ebenfalls grobe Coagulationen, welche in den Wandungen der Maschen liegen. Chromkaliumsalze allein und mit Formol taugen durchaus nicht für die Fixation, da sie einzelne Verdichtungen geben, eine ziemlich komplizierte fibrilläre Struktur aus einzelnen Fädchen, zwischen welchen sich Körnchen-Microsomen lagern, welche sich durch Silber anschwärzen, wobei sie unregelmäßige Anhäufungen bilden. Nach der Flüssigkeit Flemming's bekommen wir ein dichteres Netz, doch kann man im Netz stets auch das Vorhandensein feinster Microsomen und faseriger Strukturen beobachten, wie es früher Wasielewski (1899), Fauré-Frémiet (1910), Gross (1917) u. a. beschrieben haben, so daß wir nicht dabei zu verweilen brauchen. Am besten konserviert man das Cytoplasma, richtiger gesagt seinen homogenen Bau, mittels der Flüssigkeit von Benda-Meves. Nach einer gelungenen Fixation ist das Cytoplasma fast homogen, und nur an einigen Stellen kann man feinste körnige Fädchen bemerken.

Nicht weniger scharf verändern sich unter dem Einfluß der Fixationsflüssigkeiten auch die Granulationen. Um uns nicht zu wiederholen (ihre Beschreibung geben wir weiter unten), werden wir gleich erwähnen, daß sowohl für das Cytoplasma, als auch für die Granulationen der beste Fixator derjenige von Benda-Meves ist, obgleich er die axiale Granulation und einige Granulationen des Plasmas deformiert, indem er den Disken eine etwas unregelmäßige eckige Form gibt. Im allgemeinen jedoch erhalten sich in dieser Flüssigkeit die strukturalen Verhältnisse am besten.

Fauré-Frémiet, welcher ziemlich viele Protozoen untersucht hat, kam zu denselben Schlüssen betreffs der Fixation des Plasmas der Protozoen. Er behauptet, daß die netzige Struktur des Plasmas nach den Fixationen ein Artefakt ist. Indem er den Bau des Plasmas in vivo beobachtete, teilte dieser Autor alle Protozoen in zwei Typen: Tiere mit homogenem Plasma und Tiere mit nicht homogenem Plasma. Was den ersten Typus anbetrifft, so kann man gegen denselben nichts einwenden, der zweite Typus aber ist undeutlich — er erscheint sozusagen als ein Sammeltypus. Hierher gehören das grobwabige Plasma mit zwei Phasen: einer festeren und flüssigeren, wie z. B. *Loxodes rostrum*, hierher gehört auch das Plasma von *Stentor* und *Urostyla*, in welcher außer dem homogenen

basalen Plasma (dem Hyaloplasma HANSTEIN's und BÜTSCHLI's), unserem Cytoplasma, feinste, miteinander anastomosierende fadenförmige Fibrillchen beobachtet werden. Uns scheint, daß die Aufstellung des zweiten Typus überflüssig ist, da das Plasma nach seinem Bau gallertartigen Stoffen sehr nahe steht. Was die Individuen mit grob vakuolärem Protoplasma anbetrifft, so müssen wir nur die Wandungen der Waben betrachten, welche aus eigentlich homogenem Cytoplasma bestehen. Betreffs des Saftes der Vakuolen können wir schwerlich behaupten, daß er ein lebendiges Cytoplasma vorstellt. Die Sache liegt freilich nicht darin, sondern in dem, daß das Plasma, wie wir oben hingewiesen haben, gleichzeitig in drei verschiedenen Zuständen auftreten kann, und es ist sehr möglich, daß diese Zustände des Sols, des Gels und der Gallerte zum Teil der Ausdruck irgendeiner bestimmten Funktion sein können.

Man kann uns den Vorwurf machen, daß wir, indem wir keine große Bedeutung dem mikroskopischen Bilde des Präparats zuschreiben, noch mehr dasselbe oft für ein Artefakt anerkennend, trotzdem im ferneren selbst die Strukturen beschreiben, welche nach den Fixationen beobachtet werden. Dieser Vorwurf wäre gerecht, wenn wir die Struktur des Cytoplasmas nur auf Grund der Untersuchung der Präparate beschreiben würden; doch tun wir das nicht. In der Behandlung der mikroskopischen Präparate sind wir vor allem sehr vorsichtig und vergessen nicht für eine Minute, daß der Fixator nur die groben strukturalen Verhältnisse zwischen dem Plasma und den ergastoplasmatischen Einschlüssen konserviert, wobei er anscheinend auch diese letzteren verändert, und endlich haben wir hauptsächlich spezifische Fixatoren gebraucht, d. h. solche, bei deren Gebrauch diese oder jene spezifische Struktur elektiv hervortritt, welche in vivo zu sehen ist, oder im Cytoplasma möglicherweise in verändertem Aussehen sich dieser oder jener chemische charakteristische Stoff erhält. In letzterem Fall schreiben wir keine Bedeutung der beobachteten Struktur zu.

Im Cytoplasma liegen, in vivo bei allen Protozoen, verschiedene Einschlüsse. Welches ist ihre Natur, ihre Rolle im Leben der Zellen, ihre Genesis? Wenn man im Cytoplasma der höheren Tiere die Einschlüsse auch bis zur Jetztzeit nicht für genügend untersucht halten kann, so ist in bezug auf die Protozoa noch weniger gemacht worden. Die literarischen Hinweise über diese Frage sind sehr gering, obgleich man die Beschreibung verschiedener Körner, welche sich bald mit sauren Farben tingieren, bald als siderophil erscheinen, wir fast in jeder protistologischen Arbeit

finden können. Unzweifelhaft sind die beschriebenen Granulationen heterogen nach ihrer Natur, und wenn sie nicht von kristallinischem Bau sind, so müssen sie zu den hauptsächlichen Komponenten des Plasmas, zu den fettigen, kohlenhydrat- und eiweißigen Stoffen gehören und auch zu ihren verschiedenen Kombinationen miteinander. Man kann vielleicht mit vollem Recht behaupten, daß auch in betreff aller dieser Hauptkomponenten des Plasmas für die Protozoen sehr weniges gemacht ist, während nur auf dem Wege einer genauen Diagnostik der plasmatischen Einschlüsse wir mehr oder weniger bejahend vom Bau des Plasmas reden können. Auf Grund aber nicht spezifischer und nicht elektiver Methoden der Bearbeitung sind diese Fragen unlösbar und führten oft dazu, daß dieselben Einschlüsse als zwei verschiedene Strukturen beschrieben worden sind.

Bau der Axopodien.

Die Axopodien der Actinosphärien wurden nur von sehr wenigen Autoren untersucht; die genaueste Beschreibung derselben finden wir in den Arbeiten von Doflein (1916) und Roskin (1918). Doflein, welcher sie in vivo mit Hilfe des Paraboloidkondensors untersucht hatte, beschreibt ihren Bau auf folgende Weise: Die Pseudopodien im Dunkelfelde erscheinen als Ausstülpungeu des Ectosarcs, welche von dem umgebenden Milieu durch dünne helle Reife (eine dünne, doch dichte plasmatische Hülle) getrennt werden. Die Basis der Pseudopodien ist ziemlich dick im Vergleich mit dem feiner werdenden Ende. In der Mitte des Pseudopodiums geht ein Bündel feinster axialer Fäden. Das optisch leere Plasma von flüssiger Konsistenz (Rheoplasma nach der Terminologie von Doflein) der axialen Fäden enthält kleine Körnchen, nach deren Bewegung man leicht auf die Bewegung des Rheoplasmas selbst schließen kann. Der radiale Büschel — die „axialen Fädchen“ — endigen am freien Ende mit einer Zuspitzung. Der Stoff, aus welchem die axialen Fäden bestehen, ist fest. Doflein nennt ihn „Stereoplasma“. Das Stereoplasma ist Gel und bildet sich aus dem flüssigen Rheoplasma — dem Sol; dieser Prozeß der Bildung des Gels ist reversibel. Das axiale Bündel der Fibrillen ist eine Stützbildung, welche die Form des Pseudopodiums der Heliozoa bestimmt. Roskin, welcher den Bau der Pseudopodien hauptsächlich an fixierten Präparaten untersuchte, kam zu einem etwas anderen Schlusse. Er denkt, daß die Pseudopodien aus einem flüssigen Plasma bestehen, welches dem Hyaloplasma der Wandungen des Hyaloplasmas der Vakuolen ent-

spricht. Im Innern dieses Plasmas zieht der nadelförmige axiale Faden, welcher manchmal in unmittelbarer Nähe zum Kern entspringt und ganz bis an das Ende des Pseudopodiums verläuft. In einem vollkommen ausgebildeten Axopodium bestehen die Axialfäden nicht aus einzelnen Strängchen, d. h. sie erscheinen nicht als Bündel, wie es Doflein beschrieb, sondern sie stellen Röhren vor, deren Wandungen sich anders färben als das umgebende Plasma. Die Röhren sind nicht leer, sondern von einem Plasma erfüllt, welches sich intensiver färbt als das sie umgebende Plasma. Die Abbildungen der Querschnitte bestätigen ebenfalls deutlich den röhrenförmigen Bau des axialen Fadens (Fig. 37 b). Als Resultat seiner zahlreichen Beobachtungen kam Roskin zu dem Schluß, daß der cylinderförmige axiale Faden von einem zur Kontraktion befähigten flüssigen Plasma (Kinoplasma) erfüllt ist, die Wandungen des Cylinderchens aber Skeletelemente, zur Stütze dienende Eigenschaften besitzen. Wir wollen anerkennen, daß man den fibrillären Bau nach Roskin nur bei der Bildung eines Axopodiums sowie bei ihrem Zerfall offenbaren kann.

Unsere Beobachtungen weichen etwas von den Beobachtungen der angeführten Autoren ab. In allem, was die Bildung der Axopodien anbetrifft, konnten wir, mit den Beobachtungen Roskin's übereinstimmend, jedoch kein einziges Mal ein Stadium finden, wo der axiale Faden eine kompakte Röhre vorstellt. Der axiale Faden ist keine kompakte Röhre, sondern ein Bündel von Fibrillen, welche in ihrem basalen Teil eine fibrilläre Röhre bilden. Zur feinsten Untersuchung ihres Baues wandten wir die Methoden der Versilberung nach Bielschovsky, Golgi und Ramon-y-Cajal an, die besten Resultate aber erhielten wir an Präparaten, welche während 24 Stunden in der Flüssigkeit Altmann's oder von Benda-Meves fixiert wurden mit nachfolgender Färbung nach Altmann, oder mit Eisenhämatoxylin Heidenhain's. Alle sonstigen Fixationen geben sehr schlechte Resultate in betreff der Erhaltung der Struktur der Axopodien. Es ist interessant, auch den Umstand anzumerken, daß der Moment selbst der Fixation äußerst wichtig für die gute Konservierung ist. Wenn man aus einer Pipette die Actinosphärien in die Fixierflüssigkeit abschüttelt, so erhalten sich die Axopodien stets sehr schlecht, sie brechen, häufen sich an. Bessere Resultate erhielten wir bei folgender Methode: die für Fixation gewählten Exemplare wurden in ein Uhrglas gebracht, von wo das überflüssige Wasser vorsichtig abgesaugt wurde und nachher mit einem Male eine genügende Quantität des Fixators hineingegossen wurde.

An gut gelungenen Präparaten ist die Struktur der Axopodien in Abhängigkeit von ihrem Alter eine etwas verschiedene. Ein vollkommen ausgebildetes Axopodium stellt nach seinem Bau einen dünnen, sich zuspitzenden plasmatischen Vorsprung der oberflächlichen Schichte des Ectoplasmas vor, in dessen Innern ein Bündel axialer Fäden verläuft. Dieses axiale Bündel nimmt seinen Anfang mit einem verhältnismäßig zugeschärften Ende, welches von der Konvergenz einzelner Fibrillen gebildet wird; er stemmt sich in eine dichtere Schicht von Cytoplasma, welche die oberflächliche Schichte von der medianen trennt, manchmal in unmittelbarer Nähe vom nebenliegenden Kern, wie es Roskin richtig beschreibt. Im basalen Teil selbst des axialen Bündels gelingt es bei keinen Methoden die fibrilläre Struktur zu entdecken, er ist kompakt, doch indem er an die oberen Schichten der oberflächlichen Schichte des Cytoplasmas herantritt, zerfällt er deutlich in einzelne Fibrillchen (Textfig. A). Es gelingt, diesen Bau des fibrillären Röhrchens an denjenigen Schnitten gut zu verfolgen, wo die Axopodien quer durchgeschnitten sind. In ihrem ferneren Verlauf fangen die Fibrillen an sich zu verwickeln, und zur Hälfte der Länge des Axopodiums erscheint das axiale Bündel nicht als eine Röhre, sondern als einfaches Bündel von Fibrillen, welche in dem dieselben umgebenden Rheoplasma liegen. Allmählich wird die Zahl der Fibrillen kleiner, und am Ende des Axopodiums besteht das axiale Bündel nur aus wenigen feinsten Fibrillchen (Textfig. B).



Fig. A.

Fig. A. Fixation mit Benda's Flüssigkeit, Färbung mit Eisenhämatoxylin Heidenhain's. Vergr. 2 mm Apochr. und 18 Comp. Oc. Inneres Ende des Axopodiums. Man sieht die Fibrillen des axialen Fadens, welche sich ringförmig lagern.

An mißlungen fixierten Präparaten (Pikrinsäure, Formalin, Sublimat) fließen die axialen Fäden (schwellen auf?) besonders in der oberflächlichen Schicht des Plasmas und sogleich nach ihrem Aus-

tritt aus derselben zusammen, und dann kann man ein ebensolches Röhrchen sehen, wie es Roskin beschrieben hat. Ein ebensolches Röhrchen erhält sich stets nach Altmann's oder Heidenhain's Färbungsmethode, wenn die Differenzierung des Präparats nicht bis zum Ende geführt worden war. Vielleicht wurde Roskin auch irregeführt gerade durch solche ungenügend durchdifferenzierte Präparate. Ohne die Frage über die physischen Eigenschaften des zwischen den Fibrillenbündeln enthaltenen Plasmas zu berühren, können wir dennoch bemerken, daß nach den Osmiumfixationen ihre Fähigkeit zur Färbung und die Struktur sich durch nichts von dem den axialen Faden umgebenden Rheoplasma unterscheidet. Doflein, bei Untersuchung im dunklen Felde, schreibt nichts über ihre Existenz, das Cytoplasma zwischen den axialen Fäden ist ebenfalls optisch leer wie auch dasselbe umgebende Rheoplasma.

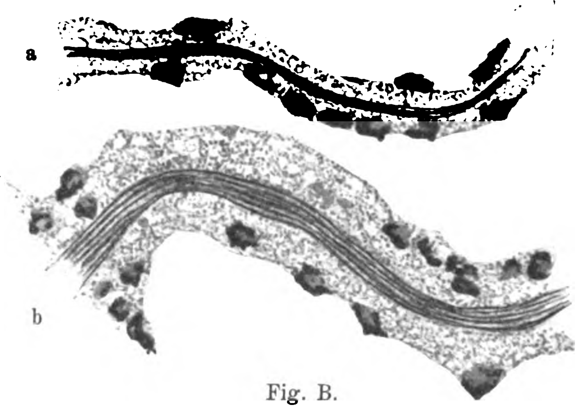


Fig. B.

Fixation mit Benda's Flüssigkeit. Färbung mit Fuchsin nach Altmann. Vergr. dieselbe. Freies Ende des Axopodiums. a äußeres Ende, b Abgangspunkt der Axopodien von der Pellicula. Der Charakter der axopodialen Körner ist deutlich aufgeklärt.

Was die von Doflein beschriebene feinste Hülle anbetrifft, so kann man dieselbe auch an osmierten Präparaten bemerken, besonders nach der Methode Kopsch's, oder nach der Ramon-y-Cajal-schen Uran-Silber-Nitrat-Methode. Diese dünnste Hülle umgibt als ununterbrochene feine Linie das ganze Axopodium, wobei sie nachher auf die Oberfläche des Ectosarcs übergeht.

Unser Studium der fixierten Präparate bestätigt die von Doflein in vivo gemachten Beobachtungen. Dabei unterscheidet es sich von ihnen nur durch die Beschreibung des axialen Bündels in seinem basalen Teil, wo das Fibrillenbündel nicht ein einfacher, sondern

ein zweifellos cylindrischer ist. Bei „jüngeren“ Axopodien kann man den fibrillären Bau in der ganzen Länge des axialen Bündels bemerken.

Literarische Data über die plasmatischen Einschlüsse von *Actinosphaerium Eichhorni.*

Wie schon oben erwähnt wurde, finden wir eine ausführliche Beschreibung der Baues von *Actinosphaerium Eichhorni* in einer Reihe von Arbeiten R. Hertwig's (1899, 1904); später untersuchten die plasmatischen Körnigkeiten Borowsky (1910) und Vonwiller (1918). Wir werden hauptsächlich bei den Arbeiten dieser drei Autoren verweilen, da, obgleich auch vor den Untersuchungen Hertwig's es Arbeiten gab, welche der Untersuchung des Plasmas der Actinosphärien gewidmet waren, dieselben doch für unser Thema kein Interesse haben. Eine Zusammenfassung aller von 1910 bekommenen Resultate ist von Borowsky gegeben, an welche Arbeit wir alle sich Interessierenden, verweisen.

Indem er die grobwabige Struktur des Plasmas mit den in demselben liegenden Kernen beschrieb, zeigte Hertwig, daß sowohl bei hungernden, als auch bei den gut sich nähernden Actinosphärien im Plasma Klümpchen, Stäbchen von unregelmäßiger Form und schwach zugeschärfte Körperchen auftreten. Sie färben sich wie Chromatin und bedingen dadurch die starke Fähigkeit zur Färbung des Plasmas. Diese Klümpchen entstehen aus dem Kern durch das Austreten des Chromatins in das Plasma und bestehen (1904), wie auch der Amphinucleus, aus einer Mischung des Chromatins und Kernstoffs. Sie treten auf unwandelbar an mit Pikrinsäure fixierten Tieren bei nachfolgender Färbung mit Boraxkarmin, Eisenhämatoxylin und mehreren Anilinfarben. Die Chromidien ordnen sich in den Maschen zwischen den Vakuolen und so dicht aneinander gedrängt, daß dieser Umstand die gleichmäßige rote Färbung der Maschenwände dadurch bedingt. Hertwig gibt zu, daß anscheinend dieser Umstand als Ursache dessen diente, warum die Chromidien von früheren Untersuchern nicht gefunden wurden. Die Chromidien waren zahlreicher im medianen Plasma (Markschicht), als im marginalen. Ein Austreten der Chromidien aus dem Kern in vivo beobachtete Hertwig nicht, doch dafür beschrieb er ausführlich diesen Prozeß an den Präparaten. Er beschreibt in folgender Weise diesen Prozeß bei gut gefütterten Tieren: „bei diesen sind vereinzelte Kerne halb aufgelöst, so daß ein Unterschied zwischen Chromidien und den im Kern enthaltenen die Chromatinrosette bildenden Chromatinbestand-



teilen gar nicht mehr gemacht werden kann." Beim Hungern und auch bei Übersättigung des Tieres können die Chromidien aus dem vollständig sich auflösenden Kern entstehen. Am besten kann man diesen Prozeß bei dem sogenannten „physiologischen Hungern" der Actinosphärien beobachten. Bei diesen Prozessen kann entweder ein Teil der Kerne sich auflösen und in Chromidien übergehen oder, wie Hertwig hinweist, gehen bei hungernden Exemplaren alle Kerne in Chromidien über und dann bekommt man kernlose chromidiale Tiere. Bei diesem Prozesse weisen die Kerne keine Abnormitäten auf, er beginnt von der Auflösung der Kernmembran und weiter gehen die Chromatinkörner (Chromatinrosette) ins Plasma über, wo sie die Chromidien von verschiedener Form liefern.

Die Chromidien von *Actinosphaerium*, obgleich sie aus denselben Komponenten bestehen, wie die Chromidien der übrigen Protozoa, und, im einzelnen, bei den Thalamophorae, so unterscheiden sie sich dennoch von denselben nach ihrer Funktion. So bilden sich aus Chromidialmassen der Rhizopoden des Süßwassers und des Meeres die Kerne der Gameten; bei *Actinosphaerium* aber spielen sie anscheinend eine gewisse Rolle im Stoffwechsel, da sie, nachdem sie ins Plasma ausgetreten sind, allmählich verschwinden. Als Beweis dessen dienen die Beobachtungen über die „chromidialen Exemplare", welche sich nicht erneuern, sondern untergehen; eine Neubildung der Kerne aus den Chromidien findet nicht statt.

Einige Jahre später wurden die Beobachtungen Hertwig's von seinen Schülern bestätigt. Howard (1908) gab eine mehr detaillierte Beschreibung der Prozesse, welche bei physiologischer Degeneration vor sich gehen. Wie Hertwig beobachtete auch er das Austreten des Chomatins aus dem Kern bei unzerstörter Kernmembran und Bildung des Pigments aus den „Chromidien" — das letztere kann übrigens auch unmittelbar in den Kernen sich bilden. Mackinnon (1908) untersuchte den Prozeß der Encystierung unter dem Einfluß der Kälte und der Wärme. Er beobachtete, daß bei der Abkühlung manchmal Fälle physiologischer Degeneration vorkommen; dabei kann eine vollständige Elimination des Chromatins aus den Kernen in das Plasma vor sich gehen. Die Desintegration der Kerne äußert sich manchmal in der primären Cyste. Die Kerne solcher Cysten werden kleiner und das Chromatin wird aus dem Kerne nach allen Seiten in das Cytoplasma ausgestoßen. Zu vollkommen analogen Resultaten gelangte in ihrer Untersuchung über die Encystierung Boissevain (1909).

Alle drei erwähnten Autoren haben den Prozeß der Kern-

umwandlungen an mit Pikrinsäure fixierten und mit Boraxkarmin gefärbten Präparaten studiert. Zu anderen Resultaten gelangte Borowsky (1910), welcher analoge Experimente anstellte. Borowsky untersuchte *Actinosphaerium* von einem ganz anderen Standpunkte als das hypothetische Schema, welches von Hertwig, Schaudinn und Goldschmidt ausgearbeitet worden war und seine Beschreibung wie auch seine Schlüsse unterscheiden sich etwas von den Schlüssen dieser Schule. Seine Arbeit, welche gerade zur Zeit der Eingenommenheit durch das Schema Hertwig's veröffentlicht wurde, lenkte aus ungewissen Gründen wenig Aufmerksamkeit auf sich, während doch seine Beobachtungen und seine Methodik genauer und mannigfaltiger waren. Borowsky, indem er *Actinosphaerium* untersuchte, fand im Plasma keine Chromidien sowohl bei hungernden, wie auch bei gutgenährten Tieren. Borowsky unterscheidet im Plasma der Actinosphärien drei Arten von Granulationen:

1. Große, das Licht ziemlich stark brechende Körnchen, welche hauptsächlich in der Marksubstanz liegen, größtenteils an den Wandungen der Nahrungsvakuolen. Dort, wo die Verdauung an der Oberfläche vor sich geht, kann man diese Körner auch in der Rindenschicht sehen. Ihre Form ist ziemlich ungleichmäßig, winkelig, oval, die Oberfläche färbt sich intensiver, als die Mitte. Die beschriebenen Körner tingieren sich mit allen Kernfarben. Das Eisenhämatoxylin färbt sie ebenso, wie den „Binnenkörper". Bei Nachfärbung nach Flemming's Methode durch Boraxkarmin oder Safranin, sind diese Körnchen dunkelviolett, während das Binnenkörperchen orange ist. Im Wasser, Alkohol, Äther sowohl wie in schwachen Säuren und Alkalien sind sie unlöslich, doch lösen sie sich im künstlichen Magensaft. Die Körner der ersten Art betrachtet Borowsky als Reservematerial, da sie beim Hungern sehr schnell verschwinden und bei reichlicher Nahrung wieder sich anhäufen. Borowsky bemerkt, daß diese Körnchen in keinem Falle mit den Chromidien Hertwig's identisch sind, daß man sie eher mit den Körnchen identifizieren kann, welche Hertwig in seiner ersten Arbeit beschrieben hat. Die trophische Funktion der Körner der ersten Art wird dadurch bewiesen, daß sie sich hauptsächlich um die Vakuolen lagern und oft in solcher Menge vorkommen, daß an Querschnitten ihre Anhäufungen oft das Aussehen eines Netzes haben; dieses Netz hat eine Ähnlichkeit mit den als Chromidien bei den Süßwasser-Rhizopoden beschriebenen Strukturen. Diese Körner sind identisch mit denjenigen, welche von den alten Autoren beschrieben wurden, welche sie ebenfalls zu Reservestoffen rechneten.

2. Körner der zweiten Art. Sie sind kleiner als die Körner der ersten Art und zerstreuen sich an den Pseudopodien. Diese Körnchen sind stabförmig; indem sie sich oft miteinander verbinden, erinnern sie an die Teilungsstadien der Bakterien; ihre Zahl ist überhaupt nicht groß. Sie färben sich vital gut mit Neutralrot und sind anscheinend unlöslich in künstlichem Magensaft. Dieselben längst der Pseudopodien verfolgend, kann man beabachten, wie sie sich bewegen.

3. Und endlich Körner der dritten Art. Das sind Exkretkörner; sie kommen vor in großer Menge hauptsächlich in den Vakuolen des medianen Plasmas. In den Vakuolen bewegen sie sich lebhaft (molekuläre Bewegung), man kann sie in den Wandungen der Maschen und an den Pseudopodien finden, wohin sie mit den Körnern der zweiten Art eindringen. Aus den Vakuolen werden sie ausgestoßen. Sie sind braunfarbig und werden vom Neutralrot nicht tingiert. Zu den chemischen Reagentien verhalten sich diese Körnchen ebenso, wie die Exkretkörner der Paramäcien. Die Reaktion mit Essigsäure und oxalsaurem Ammonium gibt ein positives Resultat, weshalb Borowsky in ihrem Bestand Calcium zuläßt. Dies sind anscheinend mit den Pigmenten Hertwig's identische Körner; wie man aus dem Text begreifen kann, haben sie keine genetische Bewandtnis zu den Körnern der ersten und zweiten Art.

Wie wir sehen, besteht in der Beschreibung der plasmatischen Einschlüsse zwischen Hertwig und seinen Schülern und Borowsky ein ungeheurer Unterschied. Die ersten beschreiben Stäbchen, Klümpchen, Körnchen und behaupten, daß sie aus den Kernen stammen. Borowsky beschreibt ebenfalls Stäbchen und Körnchen, doch weist er darauf hin, daß diese körnigen Elemente keine Beziehung zu dem Kernstoff haben. Nur in einem stimmen diese Forscher überein — indem sie dieser Körnigkeit trophische Funktionen zuschreiben.

Unlängst hat eine von den Schülerinnen Hertwig's, K. Speeth (1919) abermals eine Arbeit über die Incistierung und das Hungern bei *Actinosphaerium* veröffentlicht, in welcher von neuem Facta angeführt werden, welche die Beobachtungen Hertwig's bestätigen. Von allen Beobachtungen Borowsky's bestätigte Speeth nur seine Beschreibung der exkretorischen Körnchen, welche sich in den Säuren und Alkalien auflösen, doch, wie sie bemerkt, kann man sie mit dem Pigment, welches in Säuren und Alkalien unlöslich ist und eine braune Nuance hat nicht identifizieren, während die excretorischen Körnchen infolge ihrer größeren Brechung bestimmt

schwärzlich sind. Keine andere Einschlüsse, welche von Borowsky beschrieben worden sind, hat sie anscheinend gesehen, da in ihrer Arbeit außer den excretorischen Körnchen, dem Pigment und den Chromidien nichts anderes erwähnt wird. Das Hauptsächliche, worauf die Aufmerksamkeit gerichtet und eine ausführliche Beschreibung gegeben ist, ist die Umwandlung der Kerne, welche an, mit Pikrinsäure fixierten und mit Boraxkarmin gefärbten Präparaten, studiert wurde. Nach der Fixation mit der Flüssigkeit Flemming's und der Färbung mit Safranin-Lichtgrün, stellt Speeth fest, daß bei hungernden Tieren nicht nur eine langsame Degeneration, sondern eine vollständige Auflösung der Kerne beobachtet wird, wonach ihr ganzes Chromatin in das Plasma in der Form der Chromidien übergeht. An Präparaten konnte Speeth sich überzeugen, daß auch beim Vorhandensein der Unverletztheit der Kernwand das Chromatin ins Plasma austreten kann, wobei es durch die Kernmembran hindurchgeht.[1]) Die aus dem Kerne ausgetretenen Chromidien, wie auch die Chromidien, welche sich durch den Zerfall des Kernes gebildet haben, verwandeln sich endlich in das Pigment. Was die degenerativen Umwandlungen anbetrifft, so gibt es hier nichts, was die Kerne des *Actinosphaeriums* von den bekannten degenerativen Umwandlungen der Kerne der höheren Tiere unterscheiden möchte. Speeth beschreibt eine typische Pyknose und Hyperchromatose, bei der Incistierung aber wird nicht selten auch ein Kernschwund (Karyolyse) beobachtet. Interessant ist noch eine Beobachtung, nämlich Speeth bemerkt, daß bei heteropolen Kernen das Chromatin aus dem Kern austritt und ein Centrosoma gibt („spongiöses Centrosom“).

Und endlich die letzte Arbeit, in welcher der Bau des Plasmas von *Actinosphaerium* berührt wird, ist diejenige Vonwiller's (1918), welcher nach anderen Methoden arbeitete, als die Schule Hertwig's und keine Chromidien im Plasma „normaler“ Tiere gefunden hat.

Vonwiller wandte in der Untersuchung des Plasmas von *Actinosphaerium*, ebenfalls wie auch Borowsky, die vitale Färbung an, und verglich nachher die Resultate mit den Strukturen des Plasmas nach verschiedenen Fixationen und nachfolgender Färbung mit spezifischen Methoden. Vonwiller bestätigte nicht nur die Beobachtungen Borowsky's, sondern er erweiterte auch unsere Kenntnisse über die

---

[1]) Wir wollen bemerken, daß ein eben solcher Prozeß des Austretens der Chromidien aus dem Kern Speeth bei der Mehrzahl der Kerne von zwei gut genährten (normalen) Exemplaren und bei übersättigten beobachtete.



Körnigkeiten im Plasma der Heliozoa. Er sah nicht nur die Körner erster Ordnung bei den fixierten und gefärbten Präparaten, sondern färbte sie auch vital außer Neutralrot noch mit Brillantkresylblau. Die stäbchenförmigen Einschlüsse zweiter Art an den Axopodien und an der Oberfläche färben sich intensiv mit Neutralrot, Brillantkresylblau und Nilblau. Die Körner der dritten Art gelang es Vonwiller, im Gegensatz zu Borowsky, mit allen Farben gut vital zu färben. Diese Gruppe von Einschlüssen teilt er in zwei Untergruppen ein. IIIa liegen in den Vakuolen und IIIb in der oberflächlichen Schicht — „Excretkörnchen“ — die letzteren färben sich mit den angeführten vitalen Farben. Außerdem unterscheidet er eine vierte Art Körner im Ectoplasma, welche sich mit Chrysoidin, Naphthalinrot färbt und fünftens Fettklümpchen, welche durch Osmium schwarz werden.

Nur die Körner der ersten Gruppe erscheinen als „Sphäroplasten“, welche den Sphäroplasten anderer Protozoen analog sind; in der oberflächlichen Schicht färben sie sich nach Altmann-Kull. Was die vitale Färbung dieser „Sphäroplasten“ anbetrifft, so bringt diese Vonwiller nicht aus der Fassung, er verweist auf die Beobachtungen von Fauré-Frémiet, daß überhaupt die Sphäroplasten der Infusorien sich vital mit Neutralrot und Brillantkresylblau sehr schlecht färben. Zu den stets sich mit Brillantkresylblau färbenden rechnet er die Körner II und IIIb; hinsichtlich der letzteren läßt er die Möglichkeit ihres Anteils in der Fettmetamorphose zu, sich darauf gründend, daß die Körnchen an osmierten Präparaten nicht homogen sind; ihre Ränder schwärzen sich bald als ein Reifchen, bald als eine Sichel; dieselbe Struktur kann man bei der Färbung in vivo mit Brillantkresylblau beobachten. Seine Beobachtungen konnte Vonwiller aus Mangel dieser Heliozoen nicht beendigen.

Für uns sind die beschriebenen Beobachtungen dadurch interessant, daß Vonwiller weder vital, noch mit Hilfe der Tötung im Plasma der Heliozoa den Chromidien Hertwig's ähnliche Strukturen beobachtete; wenigstens erwähnt er dieselben mit keinem Wort.

Eigene Beobachtungen.

Vor allem wollten wir im Plasma des *Actinosphaeriums* die typischen von der Schule Hertwig's beschriebenen Chromidien auffinden. Zu diesem Zweck bearbeiteten wir unsere Objekte so, wie es in den Arbeiten der oben angeführten Autoren angezeigt wurde. Wie es sich erwies, ist nach Alkoholfixatoren sowohl wie Pikrin-

essigsäuren mit nachfolgender Färbung mit Boraxkarmin oder Hämatoxylin (Böhmer, Delafield u. a.) der Bau des plasmatischen Körpers der Actinosphärien fast ähnlich den Beschreibungen Hertwig's und seiner Schüler anzunehmen. Fig. 1 auf Taf. 10 stellt einen Teil eines bei starker Vergrößerung gezeichneten Präparats vor. Die Wandungen der Maschen, sowohl der oberflächlichen als auch derjenigen der Markschicht, haben eine typische feinwabige Struktur. Das ganze Cytoplasma besteht aus feinsten Microsomen. In den Maschenknoten beobachtet man gewisse Verdichtungen von unregelmäßiger Form, welche ebenso intensiv gefärbt sind wie die Kernsubstanz. Manchmal liegen diese Verdichtungen in unmittelbarer Nähe des Kernes, und dann erinnert das ganze Bild an die Beschreibungen, welche die Schule Hertwig's für die „Chromidien" gibt. Bei sehr starken Vergrößerungen (Apochrom. Obj. $1^1/_2$ mm, Comp. Oc. 18) haben diese Verdichtungen (Chromidialsubstanz) ganz dieselbe feinwabige Struktur, wie auch das Plasma, wie oben beschrieben worden ist, überhaupt als Artefaktum erscheint. In der oberflächlichen Schicht ist die „Chromidialsubstanz" im allgemeinen zahlreicher und ihre Klümpchen sind dichter. Bei der ersten Sichtung unserer Präparate sahen wir diese Klümpchen für Chromidien an.

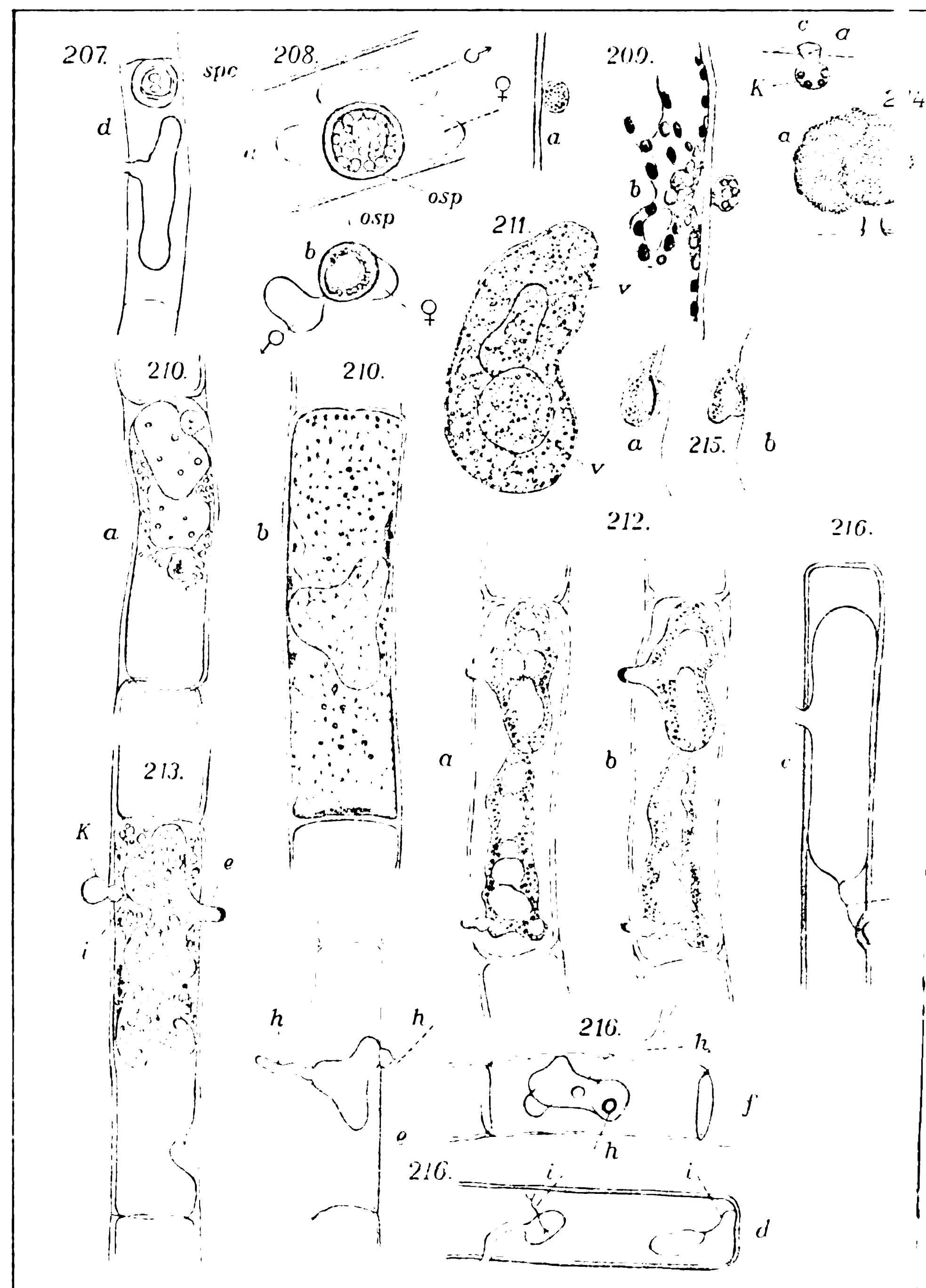
Eine fernere Analyse aber zwang uns, von einer solchen Ansicht abzustehen und in diesen Klümpchen Stoffe von einem anderen Charakter zu suchen als die Chromidialsubstanz. Vor allem, indem wir in Salzsäure stark differenzierte Präparate verglichen, konnten wir uns überzeugen, daß diese „Chromidialsubstanz" sich schneller entfärbt als der Kern, und deutlich nur an intensiv gefärbten Präparaten bemerkbar ist. Bei der Nachfärbung mit Lichtgrün tritt sie noch stärker hervor, doch wird die Färbung mehr trübe. Bei Anwendung von Hämatoxylin färbt sich die Substanz bedeutend schlechter, wobei sie einen stärker wabigen Charakter aufweist.

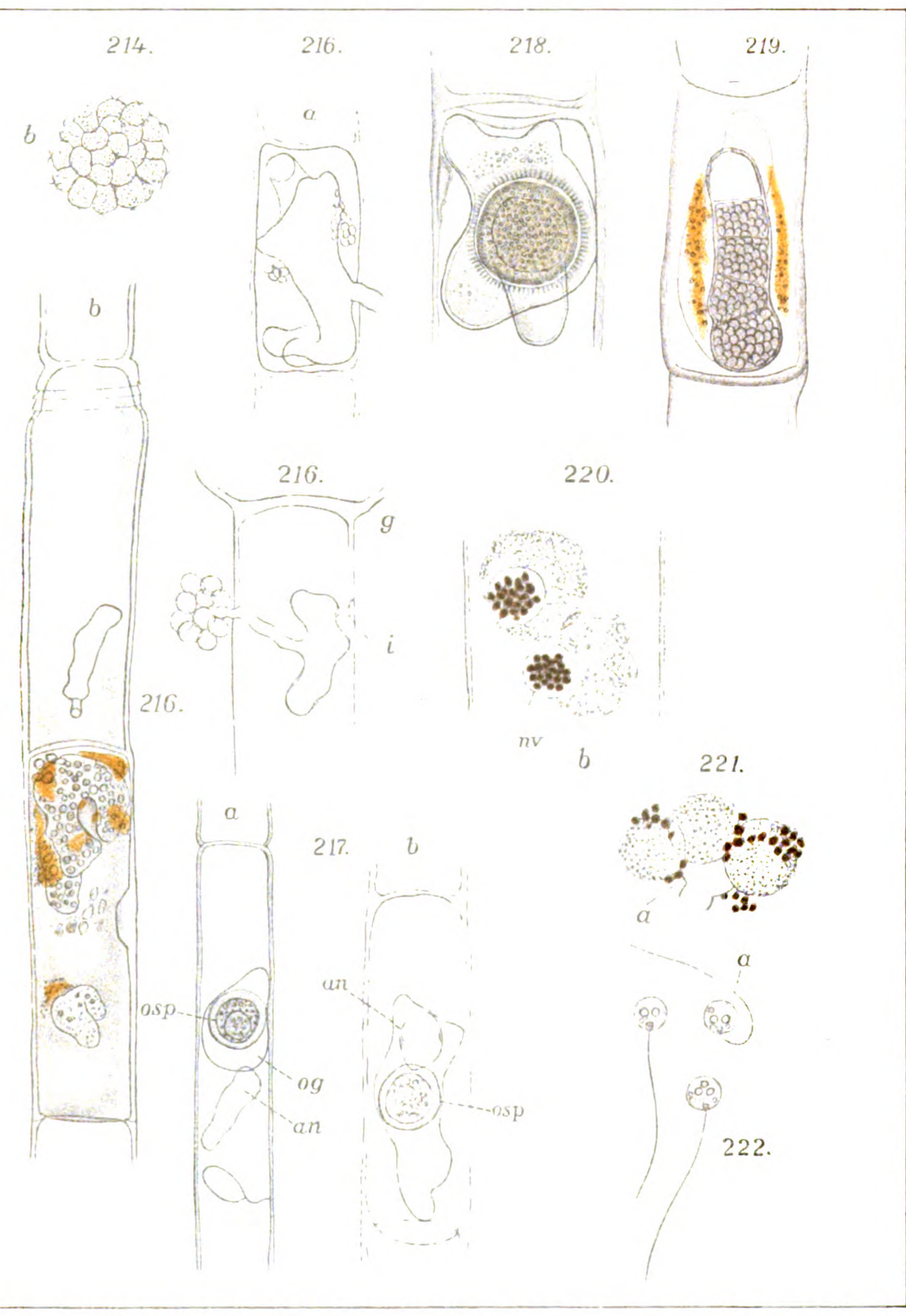
Bei der Vergleichung der Präparate nach Alkoholfixationen, z. B. Carnoy, mit in wässerigen Fixatoren fixierten (z. B. Sublimatessigsäure oder Pikrinsäure) sahen wir, daß die Chromidien besser in den ersten erhalten sind, wenn sie dabei noch mit einer Alkoholfarbe gefärbt waren. Diese Unstandhaftigkeit gegen Wasser zwang uns zu vermuten, daß wir es hier mit irgendeinem Kohlehydrat zu tun haben. Jedoch, bevor wir zum ferneren Gang unserer Untersuchungen übergehen, müssen wir die Beschreibung der Strukturen nach den Alkoholfixationen beendigen. Außer den „Chromidien" erhält sich in der oberflächlichen Schicht, welche der feinsten pellicularen Schicht anliegt, ziemlich gut noch eine Art Körner. Dies

sind sehr kleine Körnchen, welche sich mit sauren Farben färben und eine ziemlich regelmäßige rundliche Form haben; sie wurden von Borowsky und Speeth als Körnchen des Excrets beschrieben.

Diese excretorialen Körnchen wurden manchmal nicht nur in der oberflächlichen Schicht, sondern auch im Cytoplasma der Markschicht gefunden. Die Kerne konservieren sich mit den Alkoholfixatoren genügend gut. Eine besondere Aufmerksamkeit widmeten wir der Erhaltung der Kernmembran. An Präparaten, welche man für gut fixierte halten kann, ist die Kernmembran überall deutlich ausgebildet, obgleich die Form der Kerne nicht immer eine regelmäßig ovale ist. An keinem einzigen von den von uns untersuchten Präparaten konnten wir Verhältnisse des Kernes zur chromidialen Substanz sehen, welche man anerkennen könnte als Austreten des Chromatins aus dem Kern, trotzdem wir die Kulturen im Laufe von mehr als 2 Monaten verfolgten. Das Chromatin in der Form eines Netzes (Artefakt) färbt sich gut, manchmal beobachtet man in ihm Klümpchen von unregelmäßiger Form. Die Struktur des Amphinucleolus ist den Beschreibungen, welche von Hertwig und seinen Schülern gegeben worden sind, vollkommen ähnlich. Bei mehreren Tieren hat er das Aussehen wurstförmiger gekrümmter Gebilde mit feinsten Vakuolen in denselben, bei anderen hat der Amphinucleolus das Aussehen von geraden oder hufförmig gekrümmten Klümpchen. Wir müssen bemerken, daß die Form des Amphinucleolus in allen Kernen eines Tieres gewöhnlich eine annähernd gleiche ist. Der Amphinucleolus erhält sich gut in allen fixierenden Mischungen, doch ist seine Vakuolisation eine anormale Erscheinung; in vivo ist der Amphinucleolus homogen, wie manchmal auch nach Fixatoren, welche Osmiumsäure enthielten. Im Vergleich mit Alkohol-Pikrinsäure und Sublimatgemischen ist die Erhaltung der ganzen Struktur des Kernes die beste in den Osmiumfixatoren. Besonders gut erhält sich die Kernmembran, sie färbt sich intensiv und hat ein deutlich ausgedrücktes Aussehen von Ganzheit.

Nachdem wir die Untersuchung der cytoplasmatischen Struktur mit Hilfe der Methoden von allgemeinem Charakter beendigt hatten, hauptsächlich wie wir gesehen haben, mit der Färbung mit Lackfarben, gingen wir zu spezifischen Methoden über, mit Hilfe deren man in dem Cytoplasma die Kohlenhydrate entdecken kann. Zu diesem Zwecke bearbeiteten wir unsere Präparate nach der Methode Best's bis zum Einbetten in Celloidin-Paraffin; nachher nach der Methode Fischer's. Für diese und jene Methode vollführten wir die notwendige Kontrolle für jedes Tier, welches wir untersuchten.


207.
spc
d
208.
a
osp
osp
b
♂
♀
♀
a
209.
b
c
a
K
a
211.
v
v
210.
a
210.
b
215.
a
b
212.
a
b
216.
c
213.
K
e
i
h
h
e
216.
h
h
f
216.
i
i
d



214.
216.
218.
219.
b
a
b
216.
220.
g
i
216.
nv
b
221.
a
217.
b
a
an
a
osp
og
an
osp
222.

Die Färbung nach der Methode Best's erlaubte eine Reihe von interessanten Schlüssen zu machen und bestätigte zum Teil unsere Voraussetzung. Es erweist sich, daß ein reines Kohlehydrat (möglicherweise Glykogen) in geringer Menge vorhanden ist und sich hauptsächlich im Cytoplasma der Markschicht aufweist, wobei es gewöhnlich in der Nähe der verdauenden Vakuolen liegt (Taf. 10 Fig. 2). Die Größe der Klümpchen des Glykogens ist sehr verschieden, doch kommen im allgemeinen kleine Körnchen öfter vor als große. Uns scheint, daß die Form von Klümpchen nicht die wirkliche Form ist, in welcher das Glykogen im Cytoplasma liegt, sondern daß sie unter dem Einfluß des Fixators auf das Plasma auftritt. Die Klümpchen des Glykogens sind sehr typisch und tragen größtenteils deutlich Spuren der Auflösung an sich; oft sieht man die Auflösung nur an einer Seite, und manchmal färbt sich das Klümpchen am Rande intensiver. Nach einer langdauernden Waschung des Präparats im Wasser oder bei Verdauung im Ptyalin gelingt es nicht, irgendwelche grellrot gefärbte Klümpchen nach der Methode Best's zu entdecken.

Außer den Klümpchen von reinem Kohlehydrat färbt das Karmin auch die oben beschriebenen „Chromidien". Gerade an den Stellen, wo das Boraxkarmin die dichteren Klümpchen färbt, färbt das Karmin Best's eine dichtere Masse (Taf. 10 Fig. 3), doch nicht ganz typisch für das Glykogen in einer rosig-violetten Farbe. Das weist auf die Richtigkeit unserer Voraussetzung hin, daß in den Bestand der „Chromidialsubstanz" irgendein Kohlehydrat eingeschlossen ist. Unzweifelhaft aber fehlt dort ein reines Kohlehydrat, doch wird das Vorhandensein eines gebundenen Kohlehydrats ein sehr wahrscheinliches. Die gewöhnlichen kontrollierenden Methoden bei der Färbung des Glykogens bestätigen unsere Voraussetzung. Bei der Auswaschung des Präparats im Wasser während 24 Stunden verschwindet das ganze lösliche Kohlehydrat, die „Chromidialsubstanz" aber verliert ihren dichten Charakter und färbt sich noch schwächer mit dem Karmin Best's. Nach der Verdauung im Ptyalin färbt sich im Cytoplasma keine Körnigkeit nach Best mehr, während das Boraxkarmin wie früher die „Chromidialsubstanz" färbt. Diese partielle Verdauung weist mit großer Wahrscheinlichkeit darauf hin, daß das Kohlehydrat in den Bestand der Chromidien als eine der Komponenten eintritt. Mit anderen Worten, wir können voraussetzen, daß diese Körnigkeit ihrer Natur nach als ein Stoff vom Typus der Glykoproteiden erscheint. Um diese Voraussetzung zu bestätigen, wandten wir die Färbung nach der Methode Fischer's an, welche für das

Glykogen nur zum Teil spezifisch ist und die Glykoproteiden z. B. die Mucinstoffe viel besser färbt. (Fixation in starkem Alkohol oder in der Flüssigkeit Carnoy's; Durchbeizen der Schnitte im



Fig. C. Fixation mit Carnoy's Flüssigkeit, Färbung mit Safranin nach Fischer. Vergr. 2 mm Apochr. und 12 Comp. Oc. Für das Glykogen charakteristische Färbung der ectoplasmatischen Körnigkeit. Die pelliculare Körnigkeit ist ebenfalls gefärbt. Die nucleolare Substanz des Kernes ist metachromatisch in gelb-rosiger Farbe gefärbt.

Laufe von 10 Minuten in 10proz. Tannin; Waschung in 1proz. $K_2Cr_2O_7$. Bearbeitung der von Tannin abgewaschenen Schnitte in 10proz. $K_2Cr_2O_7$ im Laufe von 5—10 Minuten. Waschung mit Wasser

und Eintauchung in eine gesättigte Lösung des Safranins in Anilinwasser für 10 Minuten. Neue Abwaschung mit Wasser und Differenzierung im Alkohol, doch besser in einer Lösung von Lichtgrün in Alkohol 80°. Schnelle Durchführung durch Alkohol und Einschließung in Kanadabalsam. Das Glykogen ist rosafarben, die Glykoproteiden intensiv rot.)

Nachdem wir unsere Präparate nach dieser Methode gefärbt hatten, überzeugten wir uns, daß die Chromidien sich intensiv rot färbten, während das Plasma hellgrün bleibt (Textfig. C). Es unterliegt keinem Zweifel, daß nach der Methode Fischer's das Safranin dieselben Chromidien gefärbt hätte, welche sich mit Boraxkarmin färben. Wie auch nach der Methode Best's färbt sich diese komplizierte Verbindung auf ununterbrochene Weise. An Präparaten sieht man Klümpchen von unregelmäßiger, manchmal abenteuerlicher Form; bald sind es Netzchen, welche die Zellen des Cytoplasmas wie imbibieren, bald bestehen sie aus einzelnen Klümpchen, welche aneinander kleben. Eine solche Anordnung und Form weisen, wie uns scheint, darauf, daß das gegebene Kohlehydrat eiweißhaltige Stoffe das Cytoplasma in einigen Teilen diffuse durchtränkt und unter dem Einfluß des Fixators in solcher abenteuerlichen Form sich niederschlägt. Es ist interessant zu bemerken, daß sowohl das Chromatin des Kernes wie auch die Nucleolen sich metachromatisch in gelblich-rötlicher Farbe färben. Im allgemeinen gibt es in der Markschicht weniger Kohlehydrat, eiweißige Stoffe, als in der oberflächlichen Schicht, welche wir für den Hauptablagerungsort dieses Stoffes halten können.

Oben ist schon bemerkt worden, daß auch um die Kerne eine Anhäufung von Klümpchen bemerkt wird. Nach einer schlechten Fixation, wenn die allgemeine Architektonik des Plasmas gestört ist, treffen wir sehr oft Bilder ähnlich der Textfig. D a u. b an. Wir sehen den Kern mit dem Amphinucleolus, welcher zu einer Seite des Kernes getreten ist; neben dem nämlichen Teil des Kernes, unmittelbar dem Kern anliegend, liegt eine große Zahl von Körnchen, welche aneinander in eine gemeinsame Masse geklebt sind. Wenn man ein solches Präparat mit Boraxkarmin oder irgendwelcher anderen Lackfarbe färben würde, so könnte man ohne alle Zweifel die Körnigkeit im Cytoplasma für austretendes Chromatin halten, um so mehr, als die Kernmembran ebenfalls schlecht erhalten ist. In Textfig. D b sehen wir schon nicht ein „Ausfließen“ oder sozusagen ein „Ausschwitzen“ der nucleolaren Substanz, sondern das Austreten des Chromatins in das Plasma in der Form

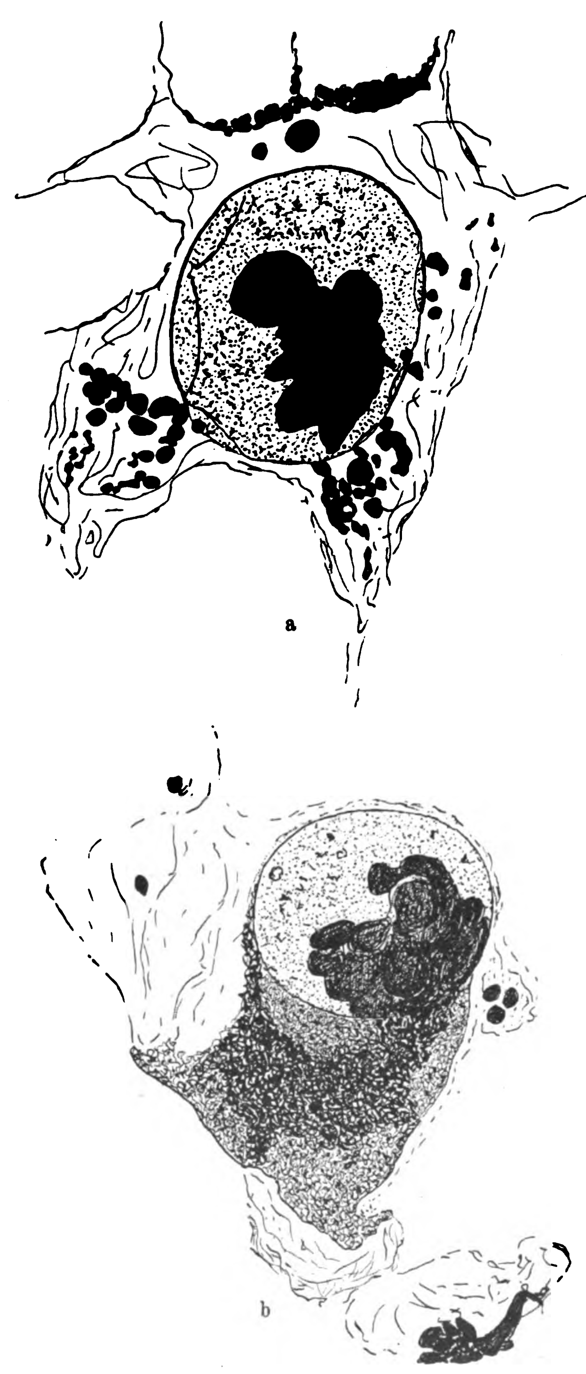


Fig. D.

Fig. D a. u. b. Fixation mit absolutem Alkohol, Färbung mit Safranin nach Fischer. a) Die kleinen Körnchen im Resultat einer schlechten Konservierung der allgemeinen Architektonik sind zum Kern abgeworfen und machen den Eindruck einer Durchwanderung der nucleolaren Substanz durch die Kernmembran. b) Eingezeichnet von demselben Präparat. Die einzelnen kleinen Klümpchen sind zum Kern abgeworfen, so daß ein Bild entsteht, welches an das Austreten einzelner Körner der nucleolaren Substanz in das Protoplasma erinnert.

von einzelnen Granulae. Diese zwei Abbildungen sind von Präparaten gemacht, welche nach FISCHER gefärbt wurden, und es gibt keinen Zweifel, daß alle diese Granulae im Plasma, welche in der grellen Farbe des Zinnobers gefärbt sind, nicht „Chromidien“, sondern vom Platze gerückte und infolge einer schlechten Fixation stark deformierte Glykoproteide sind. Indem wir diese zwei Abbildungen mit den Abbildungen HERTWIG's (1904) vergleichen, sehen wir zwischen denselben eine große Ähnlichkeit, und man fängt an, wider Willen den Gedanken zuzulassen, daß auch in den Präparaten HERTWIG's dasselbe Bild ungelungener Fixation vorhanden war. Diese Voraussetzung wird um so wahrscheinlicher, wenn wir uns erinnern, daß die hungernden Tiere mit Alkohol oder Pikrinsäure sich sehr schlecht fixieren, mit starker Deformation der ganzen Architektonik.

Also sind die an die Chromidien erinnernden cytoplasmatischen Einschlüsse nach ihrer Natur Stoffe, welche sehr an die Glykoproteide erinnern. Die Ergebnisse anderer Färbungen bestätigen indirekt unsere Voraussetzung; wir wollen dieselben kurz erwähnen. Bei der Färbung mit HEIDENHAIN's Eisenhämatoxylin haben die Einschlüsse des Glykoproteids einen etwas anderen Charakter. Wir finden dann im Cytoplasma Klümpchen und Schollen von unregelmäßigster Form, welche manchmal komplizierte netzige Querbalken bilden. Im allgemeinen erhält sich der Charakter der beschriebenen Einschlüsse, doch haben sie das Aussehen sich lösender Klümpchen, bei welchen während der Bearbeitung ein Teil der Substanz entfernt worden ist. Dementsprechend färbt sich bald eine Hälfte, bald ein Reifchen von irgendeiner Seite mehr intensiv. Ein analoges Bild gibt uns die Färbung mit polychromem Methylenblau nach UNNA. Die Reste der Glykoproteidklümpchen nehmen eine blaue Farbe an, während das Chromatin blauviolett erscheint. Nach GIEMSA's Methode haben diese Klümpchen eine bläulich-violette Farbe. Wir fragen uns: weisen diese Färbungen nicht darauf hin, daß sowohl nach UNNA, wie auch nach GIEMSA's Methode im Cytoplasma der eiweißhaltige Komponent des Glykoproteids und möglicherweise einfach das eiweißartige Stroma, welches nach der Entfernung des Kohlehydrats übrig bleibt, sich färbt?

Wir beschreiben die glykoproteiden Einschlüsse so ausführlich nur darum, weil wir vieles von den „Chromidien“ HERTWIG's und seiner Schüler als schlecht konservierte (ungenügende Methodik) cytoplasmatische Glykoproteide betrachten Die Stoffe vom Typus der Glykoproteide, und vielleicht auch einfach eine Mischung von

Kohlehydrat mit Eiweiß können bei ungelungener Fixation durch Diffusionsströme, bei ihrem Ausfall aus dem Cytoplasma, in die die Kerne umgebende Schicht versetzt werden und ihr eiweißhaltiger Komponent, welcher sich gut mit Lackfarben färbt, gibt das typische Bild der Chromidien.

Außer den zwei oben beschriebenen Einschlüssen des Plasmas können wir bei der Untersuchung der nicht in Osmiumflüssigkeiten fixierten Präparate die Anwesenheit noch einer Körnigkeit voraussetzen. So bemerkt man schon bei der Färbung mit Boraxkarmin um die Nahrungsvakuolen — seltener im Cytoplasma — und manchmal im Plasma der oberflächlichen Schicht neben den axialen Fadenklümpchen von unregelmäßiger Form, welche manchmal mehr oder weniger ausgezogen sind, stets aber mehr kompakt im Vergleich mit den Glykoproteiden sind. Bei der Nachfärbung mit Lichtgrün bleiben diese Klümpchen violettgrün. Am besten färbt sich diese Granulation mit polychromem Methylenblau. In den Wandungen der cytoplasmatischen Waben lagern sich Klümpchen von bläulichdunkelblauer Farbe (Farbe des Kobalts). Um die Nahrungsvakuolen hat diese Körnigkeit größtenteils eine rundliche Form und findet sich in größerer Anzahl als im übrigen Cytoplasma (Taf. 10 Fig. 4). Viele Körnchen haben aufgelöste, unregelmäßige Randkonturen; manchmal kommen ziemlich große Klümpchen vor (3—5 μ). Es ist sehr leicht, diese Granulation mit den Chromidien zu verwechseln, um so mehr, da sie sich ziemlich gut mit den basischen Farben tingiert und in Pikrinfixatoren gut erhält.

Diese Körnigkeit erinnert sehr an die Granulae, welche von Borowsky als „Reservekörnchen“ beschrieben sind. Am besten treten sie nach der Behandlung von *Actinosphaerium* nach der Methode Flemming's (dreifache Färbung: Safranin, Orange G, Gentianviolett) hervor. Sie färben sich dann violett. Nachdem wir verschiedene Methoden angewandt hatten, unter anderem auch die dreifarbigen Gemische, konnten wir nur die Beobachtungen Borowsky's bestätigen. Es erhalten sich nämlich nach Flemming's Flüssigkeit die Körnchen besser und besonders gut an den Rändern der Nahrungsvakuolen. Die Granulae sind größtenteils rundlich, doch manchmal erscheinen auch Granulae von ellipsoidaler Form. Bei Anwendung der Flemmingmethode färben sich die Ränder intensiver als die Mitte. Borowsky bildete sie ganz richtig in seiner Arbeit in Taf. XVII Fig. 7 u. 8 ab. Doch müssen wir bemerken, daß wir an unseren Präparaten niemals so viele Granulae gesehen haben, wie es der genannte Autor abbildet. Es ist möglich, daß es von der Dicke

der Schnitte abhängt. Wir machten Schnitte von einer Dicke nicht mehr als 3—4 μ, wenn aber der Schnitt zufällig dicker war, so erinnerte das Bild des Präparats genau an die Abbildungen Borowsky's. Ebensogut, sogar vielleicht noch besser, färben sich diese „Reservekörnchen" nach dem gegebenen Fixator mit dem Eisenhämatoxylin Heidenhain's.

Bei der Zusammenstellung aller beschriebenen Erscheinungen, nämlich der Nichterhaltung der Granulae in Alkoholfixatoren, die schlechte Erhaltung in Pikrinsäure mit deutlichen Figuren des Aufquellens und der Auflösung (darauf weist unter anderem die Ungleichmäßigkeit der Färbung der Granulae hin) und die bessere Erhaltung nach der Flüssigkeit Flemming's wurde für uns die Natur dieser Granulae vollkommen klar. Solche Eigenschaften können nur die Chondriosomen besitzen. Und wirklich, nachdem wir die Färbungen nach Altmann, Benda und mit Eisenhämatoxylin nach Fixation in der Flüssigkeit von Benda-Meves angewandt hatten, konnten wir uns überzeugen, daß die Grenzen, welche nach den angeführten Bearbeitungen sichtbar sind, teils als aufgequollene, teils als partiell gelöste Chondriosomen erscheinen. Als Grund einer solchen Behauptung dient erstens die gleiche Lagerung der Granulae und zweitens eine Reihe von erhaltenen Übergängen, von den Alkohol- bis zu den Osmiumfixationen.

Nach der Färbung mit einer beliebigen Methode von denjenigen, welche die Chondriosomen gut färben, färben sich die Chondriosomen der Actinosphärien sehr intensiv, und es bietet keine Schwierigkeit, ihre Lagerung zu erforschen (Textfig. E). Die Chondriosomen liegen im Cytoplasma sowohl der oberflächlichen, als auch der Markschicht ohne irgendwelche sichtbare bestimmte Orientierung. Ihre Anzahl bei gut sich nährenden Exemplaren ist sehr groß; manchmal, bei besonders dicken Schnitten, scheint es, als füllten sie das ganze Cytoplasma kompakt aus. Im Cytoplasma sind die öfters vorkommende Form Stäbchen, in dem plasmatischen Reifchen aber um die Nahrungsvakuolen — die Form von Klümpchen und runder Kügelchen. Die Größe der Stäbchen beträgt bis 4 μ, die Größe der Granulae ist ebenfalls verschieden: man trifft auch kleinere als ein Mikron, doch im Durchschnitt 2—3 μ.

Zwischen den Kügelchen und Stäbchen kann man alle Übergangsstadien finden. Außer den typischen Formen färbt man ebenso wie auch die Chondriosomen große Granulae von unregelmäßiger Form. Sie erreichen an Dimensionen 5—7 μ und färben sich ungleichmäßig (Textfig. F). Von den typischen Chondriosomen zu

diesen unregelmäßigen Formen deutet sich ebenfalls eine allmähliche Reihe von Übergängen an durch aufgequollene, zuerst biskuitförmige Formen, nachher grobe aufgequollene Kügelchen und endlich Klümp-

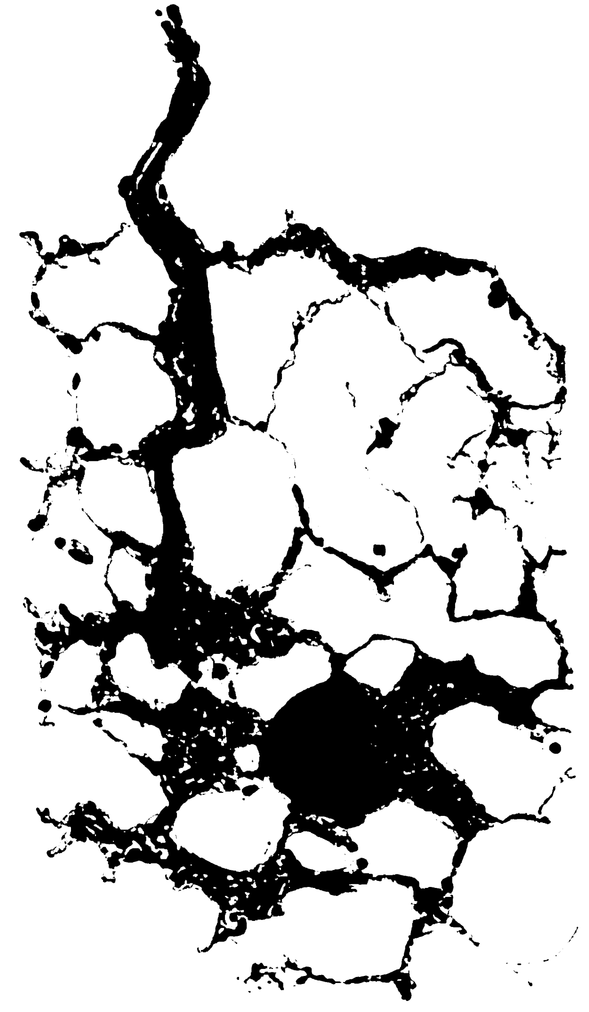


Fig. E. Fixation mit Benda's Flüssigkeit, Färbung mit Fuchsin S nach Altmann. Vergr. Ap. 2 mm Zeiss, Comp. Oc. 12. In der Abbildung ist deutlich die Form der Chondriosomen als gerade oder gebogene Stäbchen, seltener als Körnchen sichtbar. Man sieht ebenfalls die Körner der Axopodien.

chen von unregelmäßiger Form. Überhaupt erinnern die Klümpchen von unregelmäßiger Form an aufgequollene und sich auflösende Chondriosomen.

Besonders viele Chondriosomen versammeln sich um die Nahrungsvakuolen. Anscheinend existiert irgendeine Korrelation zwischen der Anzahl der Chondriosomen und den Verdauungsprozessen. Um die Vakuolen, in denen die Verdauung intensiv vor sich geht und eine deutlich bemerkbare Nahrung, welche sich zu verdauen begonnen hat, vorhanden ist, dort erfüllen die Chondriosomen fast auf ununterbrochene Weise das plasmatische Reifchen. Es wiegen hauptsächlich Kügelchen und Scheiben vor (Textfig. F), viele aufgequollene

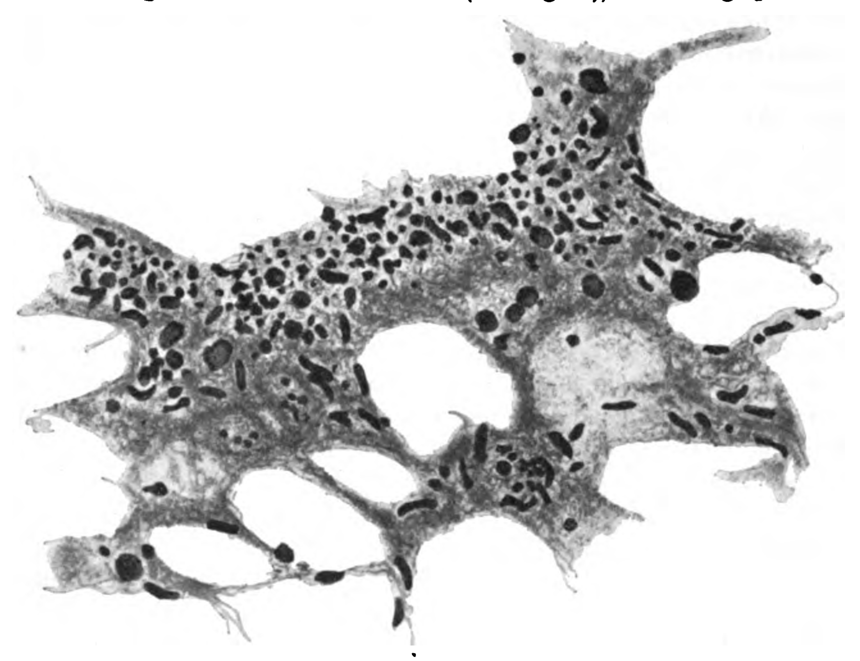


Fig. F. Fixation und Färbung nach der Methode ALTMANN's. Vergr. Ap. 2 mm ZEISS, Comp. Oc. 12. Wandung der verdauenden Vakuole. Die allmähliche Umwandlung der Chondriosomen in plasmatische Reifchen.

Übergangsformen sind vorhanden. Oft kann man sehen, daß kleine Kügelchen nicht nur ganz am Rande der Wand der Vakuole liegen, sondern außerhalb — im flüssigen Inhalt. Die in die Vakuole ausgeschiedenen Granulae erleiden anscheinend irgendwelche Umwandlungen, da sie anfangen sich schwächer zu färben, manche aber ihre Farbe wechseln und nach der Methode ALTMANN's mit nachfolgender Färbung mit Lichtgrün sich in grünblauer Farbe tingieren. Wie uns scheint, ist das Bild so deutlich, daß wir ohne Mühe die Tatsache der Beteiligung der Chondriosomen an dem Verdauungsprozeß anerkennen können. Je weiter die Verdauung fortschreitet,

d. h. je weniger Nahrung in der Vakuole sich vorfindet, um so geringer wird die Zahl der Chondriosomen im cytoplasmatischen Reifchen.

Nachdem auf diese Weise die Tatsache des Anteils der Chondriosomen an der Verdauung festgesetzt wurde, stellte sich vor uns eine andere Frage. Sind alle sich färbenden Formen der Granulationen nach ihrer Natur ähnlich? Denn die Methode Altmann's und das Eisenhämatoxylin Heidenhain's können nicht für spezifisch im genauen Sinn gehalten werden. Das saure Fuchsin sowohl wie auch das Hämatoxylin färben außer den Chondriosomen überhaupt verschiedenartigste Granulationen von mannigfaltigster chemischer Zusammenstellung, z. B. Dotter- und manche Fetteinschlüsse, Granulae des Sekrets von lecithinösem Charakter usw., unzweifelbar auch im Falle aller soeben beschriebenen Einschlüsse der Actinosphärien färben sich Granulae von verschiedener chemischer Zusammensetzung. Darauf weist vor allem die Färbung nach Benda's Methode, welche für die Chondriosomen am spezifischesten ist. Die typischen Stäbchen färben sich in einer bläulich-violetten Farbe, während die aufgequollenen sich mit einer deutlichen rötlichen Nuance tingieren. Doch trotz des Unterschiedes in der Färbung sind wir dennoch geneigt zu denken, daß die aufgequollenen Klümpchen Derivate der stäbchenartigen Form sind, und daß die Umwandlung ihrer Formen durch irgendwelchen metamorphischen Prozeß hervorgerufen wird. Als Beweis dessen kann die obgleich sehr schwache Fähigkeit der Klümpchen, sich durch Sudan III nach Fixation nach Benda oder Ciaccio zu färben, dienen. Sudan III, indem es die Klümpchen gelb färbt, gar nicht die stäbchenförmigen Chondriosomen tingiert. Was die kleinen Kügelchen anbetrifft, so können wir einen vollständigen Übergang von Kügelchen im Diameter von unter 1 μ bis zum Stäbchen nicht genau feststellen. Ein Teil der Kügelchen im Cytoplasma entsteht offenbar daraus, daß die stäbchenförmigen Chondriosomen quer durchschnitten sind. Direkte Teilungen sowohl der Stäbchen, wie auch der Klümpchen in kleine Körnchen gelang es uns nicht an unseren Präparaten zu sehen. Am wahrscheinlichsten ist jedoch die Voraussetzung, daß auch sie von stäbchförmigen Chondriosomen herstammen, welche sich aufgelöst haben; ob dieses aber in der Tat geschieht, ist schwer zu sagen. Als indirekter Beweis kann ihre gleiche Löslichkeit in Alkohol, Chloroform und ihre Konservierungsfähigkeit nur nach der Fixation Altmann's, Benda-Meve's Gemische u. a. dienen, ferner das Aufquellen der Stäbchen zu einem Kügelchen, wie es mehrmals für die Chondriosomen der drüsigen Zellen beschrieben wurde.

Außer den beschriebenen Chondriosomen färben sich in der oberflächlichsten Schicht unter der Pellicula und an den Axopodien mit den Chondriosomenmethoden Discen (Scheiben) von unregelmäßiger Form manchmal mit grell sich färbenden Reifchen. Nach der Bewegung dieser Körnchen kann man auf die Anwesenheit von Strömungen im Plasma der Axopodien schließen. Bei vergleichnismäßig geringen Vergrößerungen, welche bei der Beobachtung in vivo möglich sind, gelingt es dennoch festzustellen, daß die Form dieser Körnchen entweder eine regelmäßig rundliche oder eine scheibenförmige ist. Die rundlichen und scheibenförmigen Körnchen färben sich gut in vivo mit Neutralrot, Brillantkresylblau. Nach spezifischen Färbungen auf Fett färben sie sich, obgleich sehr schwach mit Sudan III in einer schwach gelben Farbe; manchmal färben sie sich auch nach der Methode Ciaccio's. Bei der Färbung mit polychromem Methylenblau nach Unna nach der Fixation mit Pikrinsäure, Sublimat und besonders nach Alkohol, sieht man, daß sie stark deformiert sind und zum Teil sich auflösen. Gerade sie behalten nicht mehr ihren Charakter von Ganzheit und weisen sich aus als eine Masse kleiner Körnchen, welche an einer Stelle konzentriert sind. Das polychromes Methylenblau färbt sie in eine andere Nuance, als den eiweißigen Rest des Glykoproteids und die Reste der Chondriosomen. Am besten erhalten sich die axopodialen Granulae nach Osmiumfixationen, obgleich sie sich schwach deformieren, indem sie ihre regelmäßige Form verlieren und das Aussehen von kleinen Plättchen mit unregelmäßig gebogenen, manchmal umgebogenen, eckigen Rändern annehmen (Textfig. B a u. b). Nach der Anwendung der Chondriosomenmethoden tingieren sich die Körnchen der Axopodien nicht ganz, sondern intensiver an ihren Rändern. Die Methoden Kopsch's u. Cajal's (für apparatto reticolare) schwärzen sie, obgleich nicht scharf.

Alle diese aufgezählten charakteristischen Eigentümlichkeiten zwingen anzuerkennen, daß die axopodiale Körnigkeit eine Struktur vorstellt, welche nach ihren Eigenschaften den Chondriosomen sehr nahe steht, wobei sie sich von ihnen anscheinend nur durch einen größeren Inhalt an Fettsubstanz unterscheidet. Auf letzteres weist die schnelle Färbung mit Neutralrot und die Fähigkeit sich mit Sudan III zu färben. Auf eine genetische Verwandtschaft mit den im Cytoplasma liegenden Chondriosomen weist unter anderem das Vorkommen von Übergangsstadien von stäbchenförmigen typischen Chondriosomen bis zu dem aufgequollenen Klümpchen. Diese Übergänge sind am leichtesten zu konstatieren im Cytoplasma der

Rindenschicht, welche das axiale Bündel von allen Seiten umgibt Andererseits weist das Vorhandensein ähnlicher Körnchen an der ganzen Oberfläche und ihre vollkommen analoge Fähigkeit zur Färbung, sowohl die vitale als auch nach den spezifischen Fixationen auf ihre möglich gesonderte Stellung von den Chondriosomen. Freilich ist es sehr schwer, diese Frage an fixierten Präparaten zu lösen, direkte Beobachtungen aber in vivo eines solchen Überganges der Chondriosomen in Scheiben und Kügelchen gelang uns nicht zu machen. Die erste Voraussetzung ist sehr wahrscheinlich um so mehr, da wir auch im Cytoplasma selbst, wie oben beschrieben wurde, beliebig viele Übergänge von typischen Stäbchen bis zur Scheibe oder aufgequollenen Klümpchen bemerken konnten. Freilich ist auch bei dem Aufquellen eine Umwandlung in der Natur des Chondriosoms selbst möglich.

Oben wurde erwähnt, daß VONWILLER im Plasma der Actinosphärien Fette fand. Deswegen haben wir die für die Fettstoffe spezifischen Methoden angewendet, da wir die cytoplasmatischen Einschlüsse möglichst vollständig beschreiben wollten.

Die Fetteinschlüsse wurden mehrmals bei verschiedenen Vertretern der Protozoa beschrieben, doch nicht in allen Fällen wurde bei der Beschreibung eine genaue differenziale Methodik angewandt, welche wenn auch annähernd ihre chemische Zusammensetzung festzustellen erlaubte. Die Forscher beschränkten sich gewöhnlich mit einer Schwärzung mit Osmiumsäure, indem sie annahmen, daß jeder Einschluß, welcher das Osmium reduziert ein Fett ist. Ein solches Verhalten existiert auch zur Jetztzeit, obgleich die jetzige Cytologie vortreffliche Methoden des mikroskopischen Erkennens der Fettstoffe besitzt.

Im Protoplasma der Zelle als Einschlüsse oder Komponenten sind stets Fettstoffe vorhanden; nach ihrer chemischen Natur gehören sie zu drei verschiedenen Gruppen: I. neutrale Fette (Fette in geradem Sinne dieses Wortes); Glyzerinester verschiedener Fettsäuren; II. Choloesterine Ester; III. Lipoide im weitesten Sinne dieses Wortes. Nach KAWAMURA (1911) unterscheiden sich diese drei Gruppen in folgender Weise. Die cholesterischen Ester und die Mischung des Cholesterin Esters mit Glyzerin besitzen eine doppelte Lichtbrechung und färben sich in einer gelblichen Farbe mit Sudan III und in einer rötlichen mit Nilbau. Die Fettsäuren geben eine positive Fähigkeit zur Färbung mit Neutralrot und werden am besten aufgeklärt nach der Methode FISCHLER's. Mit Sudan III färben sie sich gelb, mit Nilblau — dunkelblau. Die neutralen

Fette färben sich am besten mit Sudan III, Scharlach R., Nilblau färbt sie in einer deutlich roten Farbe. Die Lipoide (im engen Sinne dieses Wortes) färben sich mit Nilblau in einer bläulichen Farbe, mit Sudan III in einer schwach gelben und ebenfalls nach der Methode Ciaccio. Freilich erscheint die angeführte Methodik bei weitem nicht als bedingungslos pünktlich, doch erlaubt sie auf die Natur der sich färbenden Einschlüsse zu schließen.

Bei der Untersuchung der Einschlüsse wandten wir auch dieselbe in unserer Arbeit an. Die Sichtung der in osmischen Flüssigkeiten fixierten Präparate gab uns vorläufige Hinweise über einen sehr unbeträchtlichen Inhalt an Fett im Plasma der Actinosphärien. Vom Osmium mit nachfolgender Reduktion im Alkohol schwärzen sich im Plasma einiger von uns untersuchten Exemplare kleine Körnchen (weniger als 1 μ im Diameter), doch diese Schwärzung wird nicht bei allen beobachtet, obgleich man in den Nahrungs-im Plasma der Actinospärien eine geringe Anzahl sich schwärzender Körnchen, darin stimmen unsere Beobachtungen vollkommen überein. Durch eine fernere Analyse mit Hilfe der oben angezeigten Farbenmethoden wurde die Beobachtung osmierter Präparate bestätigt. Es ewies sich, daß im Plasma der Actinosphärien keine Cholesterinester vorkommen. Nur manchmal kommen in der schon in genügendem Maße verdauten Nahrung Tropfen dieser Fettsubstanzen vor, welche vakuolen sich schwärzende Körnchen immer antreffen kann, wenn man sich ein gut ernährtes Tier nimmt. Vonwiller findet ebenfalls man nach ihrem charakteristischen Aussehen bei gekreuzten Nikols leicht unterscheiden kann. Nachdem wir uns von der Abwesenheit von Cholesterinester überzeugt hatten, gingen wir zur Färbung mit Sudan III und Nilblau über. Bei der Tinktion mit Sudan III färben sich im Plasma diejenigen Körnchen orangerot, welche anscheinend den sich durch OsO_4 schwärzenden Körnchen gleich sind. Diese sind nicht zahlreich und beim Zerdrücken des gefärbten Tieres gut bemerkbar. Nilblau nach Formolfixationen färbt sie rötlich-violett, ebensolche wie die Tinktion der Körnigkeit an den Axopodien. An zerdrückten Präparaten gelang es sehr selten, rote Körnchen nach Anwendung von Nilblau zu beobachten; es ist nicht möglich zu entscheiden, von wo sie entstehen — aus dem Plasma oder aus der Nahrungsvakuole. Die Methode Ciaccio's, welche man mit Erfolg an Schnitten anwenden kann, erlaubte im Plasma rundliche, orangerot tingierte Körnchen von geringer Größe zu entdecken, welche im Cytoplasma liegen und sich öfters um die Nahrungsvakuolen ansammeln. Jedoch an einem aus der großen Zahl der von uns be-

arbeiteten Präparate konnten wir im Plasma eine große Anzahl rundlicher Körnchen sehen, welche typisch für die Lipoide grell orangegelb (Kadmiumgelb) gefärbt waren. (Auf dem Objekttäger lag das ganze in Schnitte zerlegte *Actinosphaerium.*) Orangefarbe hatten auch die Chondriosomen angenommen — rundliche Körnchen, welche sich gewöhnlich mit Altmannfuchsin und mit Eisenhämatoxylin Heidenhain's färben. Wir haben schon oben angemerkt, daß es uns an keinem aller von uns untersuchten Präparaten, welche nach der Methode Ciaccio's bearbeitet waren, gelang, mit Sudan III die stäbchenförmigen Chondriosomen zu färben, obgleich wir fixierende Mischungen, sowohl mit Osmium, als auch ohne dasselbe nach den von Ciaccio angegebenen Rezepten angewandt hatten.

Im Resultate unserer Fettuntersuchungen nach verschiedenen Methoden kamen wir zu der Überzeugung, daß Fett überhaupt als Reservestoff im Plasma eines gut sich nährenden *Actinosphaerium* nicht abgelagert wird. Was die sehr kleinen Tropfen anbetrifft, so stellen sie keine konstanten Komponenten, sondern das Resultat irgendwelcher uns noch unbekannter metabolischer Prozesse vor. Für eine solche Voraussetzung spricht ihr unkonstantes Vorkommen nach Anwendung spezieller farbenanalytischer Methoden. Zu welcher Gruppe der Fettsubstanzen muß man jedoch diese im Cytoplasma vorkommenden Tropfen zählen und woher stammen sie? Nach ihrer Fähigkeit sich zu tingieren muß man die untersuchten Fettsubstanzen zu den neutralen Fetten rechnen, obgleich die Färbung mit Nilblau für dieselben nicht immer typisch ist. Der letztere Umstand weist vielleicht auf eine Verwandlung der Fettsubstanz bei ihrem weiteren Verbrauch hin. Die Schwärzung der Fetttropfen durch OsO_4 deutet darauf, daß im Bestand der uns interessierenden Tropfen sich Olein oder Oleinsäure befinden kann, da OsO_4 als bestes Reagens gerade für diese zwei Stoffe gilt. Deswegen können wir mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die Fetttropfen beim *Actinosphaerium* aus Glyzerinestern der Fettsäure bestehen, ähnlich den Fetttropfen, welche stets und in großer Menge bei *Noctiluca* angetroffen werden (Pratje 1921).

Was den Ursprung der Fetttropfen anbetrifft, so ist diese Frage eine ziemlich komplizierte. Am einfachsten ist es, ihren Ursprung aus der eingenommenen Nahrung vorauszusetzen. Oben wurde schon hingewiesen, daß man in den verdauenden Vakuolen stets Fetttropfen antreffen kann. Auf Grund der Beobachtungen Khainsky's (1911) und Nirenstein's (1905) über die Verdauung der Infusorien müssen wir annehmen, daß in den Nahrungsvakuolen sehr komplizierte

Spaltungsprozesse des Nährmaterials bis zu einfacheren Stoffen vor sich gehen; nachher diffundieren diese Spaltungsprodukte ins Cytoplasma. In dieser Hinsicht besteht zwischen den vielzelligen und den einzelligen Organismen ein auffallender Einklang. Es ist nicht zu verwundern, daß auch die Fettstoffe der Nahrung sich zuerst spalten (möglicherweise geht ihre Verseifung in Glyzerin und Fettsäure vor sich) und nachdem sie in das Cytoplasma aufgesaugt worden sind, sich hier wieder reduzieren. Und in der Tat konnten wir niemals Fetttropfen sehen, welche unmittelbar aus der Nahrung in die Wandung der Vakuole übergehen. Wenn in den Wandungen der Vakuole auch Fetttropfen beobachtet wurden (was übrigens äußerst selten vorkam), so waren sie nach ihren Dimensionen bedeutend kleiner, als die Fetttropfen der Nahrung, welche verdaut wurde. Das ist der erste und möglicherweise der wahrscheinlichste Weg der Bildung vom Fett im Cytoplasma. Einen anderen Weg schlägt die Bildung von Fett aus Kohlenhydrat, wie es DOFLEIN (1918) bei den Flagellaten (*Polystomella agilis*) beobachtete, oder aus Eiweißstoffen bei *Paramaecium* nach der Beschreibung NIRENSTEIN's ein (1909). Die Beobachtungen NIRENSTEIN's werden zum Teil durch die Experimente mit der Fütterung der *Noctiluca* (PRATJE 1921) mit Eiweißnahrung bestätigt. In welchem Maß die Fette auf diese Weise bei *Actinosphaerium* sich bilden, können wir nichts aussagen, da wir keine Experimente in dieser Richtung angestellt haben, doch liegt kein Grund vor, die Möglichkeit einer solchen Bildung zu verneinen. Noch mehr als PRATJE und NIRENSTEIN dies für *Noctiluca* und *Paramaecium* tun, sind wir zu der Annahme geneigt, daß die Fette im Cytoplasma sich sowohl auf Kosten der Fettspaltungsprodukte der Nahrung als auch auf Kosten der Eiweißstoffe und der Kohlenhydrate in Cytoplasma bilden.

Allgemeiner Teil und Zusammenfassung.

Als Resultate unserer Färbungsanalyse können wir folgende Einschlüsse im Plasma der Actinosphärien feststellen:

1. Pelliculare Körnigkeit.
2. Klümpchen und Granulae der Rindenschicht und der Axopodien.
3. Chondriosomen.
4. Fettstoffe.
5. Glykogen.
6. Kompliziertes Kohlehydrat + Eiweißstoff.

Indem wir unsere Beobachtungen über die Einschlüsse im Cytoplasma mit denjenigen der Schüler HERTWIG's und später von

Borowsky und Vonwiller vergleichen, kommen wir zu folgenden Schlüssen:

1. Die pelliculare Körnigkeit entspricht den „Exkretkörnchen“ Borowsky's und Speeth's. Wir stimmen mit letzterer Autorin vollkommen überein, daß diese Körnigkeit in keiner Beziehung zum Pigment steht. Borowsky gibt zu, daß sich in deren Bestand Kalzium befindet, und daß sie mit den übrigen Einschlüssen nichts gemein haben. Auch unseren Beobachtungen nach ist diese Körnigkeit, welche normal in der pellicularen Schicht vorkommt, eine Granulation sui generis, doch ist ihre Zusammensetzung kompliziert. Sie ist löslich in Säuren und Alkalien, läßt sich in starken Alkoholen erhalten, ist schlecht im Wasser löslich, färbt sich in allen sauren Farben, als auch nach der für das Glykogen und das Glykoproteid spezifischen Methode, und schwärzt sich endlich bei Versilberung nach der Methode Bielschowsky's und bei Bearbeitung nach der Uransilbernitratmethode von Ramon y Cajal; OsO_4 reduziert sie nur partiell. Wir stellten keine Verdauungsversuche an; doch genügen auch die oben beschriebenen Eigenschaften, um in dieser Körnigkeit das Vorhandensein irgendwelcher Eiweißverbindungen festzustellen.

Im Gegensatz zu Borowsky beobachtete Vonwiller, daß diese Körnigkeiten sich vital mit Neutralrot und Brillantkresylblau färben und daß ein Teil von ihnen an den Rändern durch $Os\,O_4$ geschwärzt wird. Deswegen hält er diese Körnigkeit III Borowsky's nicht für homogen und zerteilt sie in zwei Gruppen: Körnchen des Exkrets und Körnchen (welche sich durch OsO_4 schwärzen), die irgendeine Rolle im Fetttransport spielen. Eine partielle Bräunung vom Osmium haben auch wir an unseren Präparaten beobachtet, doch gelang es uns niemals diese Körnchen mit Sudan III und Nilblau zu färben; deswegen können wir die Einteilung Vonwiller's nicht annehmen, sind aber der Meinung, daß die pelliculare Körnigkeit exkretorischer Natur ist und als solche eine äußerst komplizierte sein kann.

2. Die Granulation der Axopodien entspricht vollkommen der Körnigkeit II Borowsky's doch ist ihre Form eine runde; dies sind Tröpfchen. Gute Färbungsfähigkeit, partielle Bräunung durch OsO_4, Färbung mit Sudan III und den für die Chondriosomen spezifischen Methoden, äußerst leichte Löslichkeit in Alkohol, Chloroform und Essigsäure — dies alles nähert die Granulation der Axopodien den Chondriosomen. Jedoch sind wir nicht geneigt sie mit den Chondriosomen zu identifizieren, da die Chondriosomen nicht so leicht löslich sind und sich weder vital noch mit Sudan III färben lassen.

Aus den angeführten Eigenschaften ist es nicht schwer zu schließen, daß im Bestand der axopodialen Körnigkeit mehr Fettstoffe vorhanden sind, als in den gewöhnlichen Chondriosomen. Dies sind eher Granulationen vom Typus der Liposomen, welche von FAURÉ-FRÉMIET (1910) für *Opercularia notonecta* beschrieben worden sind. Die Hinweisungen BOROWSKY's, daß die Körnigkeiten stabförmig sein können, muß man für etwas unrichtig halten. Anscheinend hat der genannte Autor typische Chondriosomen für axopodiale Granulation gehalten; dies ist verständlich, da bei der Färbung nach FLEMMING sich sowohl die Chondriosomen, als auch die axopodialen Körnigkeiten auf gleiche Weise tingieren. Wie wir beobachtet haben, lassen sich an fixierten Präparaten einige Übergänge von typischen Stäbchen zu aufgequollenen Klümpchen bemerken, was auf eine genetische Verwandtschaft dieser Gebilde hinweist.

3. Chondriosomen. Ihre Eigenschaften sind typisch für die Chondriosomen der Protozoen, welche von verschiedenen Autoren beschrieben wurden. Sie sind von BOROWSKY als Körner 1. Art, „Reservekörnchen“ beschrieben; VONWILLER hat sie als „Sphäroplasten“ bezeichnet. Doch bei genauem Vergleich ist es nicht schwer, sich zu überzeugen, daß unter dem Namen „Nähr- oder Reservekörnchen“ BOROWSKY nur große Klümpchen von unregelmäßiger Form beschrieben hat, welche unzweifelhaft Derivate der Chondriosomen (aufgequollen und wahrscheinlich modifiziert) sind. Typische stäbchenförmige Chondriosomen hat er nicht beobachtet. Darauf weist die Unlöslichkeit der Körnchen in Alkohol, Äther, schwacher Essigsäure, Alkalien und ihre ungleichmäßige Färbung an den Rändern, sowohl wie ihre Größe und Lage im Cytoplasma hin. BOROWSKY beschreibt sie als „große Körner“. Sie sammeln sich um die Vakuolen herum an. Nach unseren Beobachtungen gibt es keinen Zweifel, daß dies umgewandelte Chondriosomen, hauptsächlich infolge ungenügend guter Fixation sind. Wie wir bemerkt haben, hält auch VONWILLER die Reservekörnchen BOROWSKY's für Sphäroplasten, doch gibt er leider keine ausführliche Beschreibung derselben.

Daß man oft die „Chromidien“ HERTWIG's (und ebenfalls die „Dotterplättchen“ BRAUER's 1894) oft für schlecht konservierte Chondriosomen halten kann, erscheint für uns als unzweifelhaft. In dieser Hinsicht sind die Fig. 2 u. 3 Taf. X der Arbeit HERTWIG's (1904) sehr demonstrativ, wo er in Maschen der Cytoplasmawaben ellipsenförmige, manchmal stäbchenförmige Granulae abbildet. Überhaupt erinnert das ganze Bild dieser Präparate, wie sie von HERTWIG

abgebildet sind, an schlecht konservierte Chondriosomen. Das gleiche kann man auch von den Abbildungen in der Arbeit SPEETH's (Fig. 3, 4 Taf. XV) sagen. Es ist möglich, daß auch die Körnchen des Reservestoffes von BOISSEVAIN ebenfalls dem Grunde nach Chromidien sind, welche entweder in physiologischem Sinne modifiziert sind, oder, was wahrscheinlicher ist, einfach schlecht konserviert worden sind.

Wie wir oben beschrieben, lagern sich die Chondriosomen nicht nur in den Maschen der Cytoplasmawaben ab, sondern geben auch volle Übergänge zu den rundlichen kleinen Granulae, welche die Wandungen der verdauenden Vakuolen ausfüllen. Uns scheint, daß uns in dieser Hinsicht unsere Beobachtungen zu bestimmten und äußerst interessanten Schlüssen zu kommen erlauben. Unzweifelhaft nehmen die Chondriosomen irgendwelchen sehr nahen Anteil im Prozeß der Verdauung. Eine ähnliche Anhäufung um die Nahrungs- und Kontraktilvakuolen sah auch VONWILLER bei den Amöben; er stellt eine volle Identität der Sphäroplasten mit den von METCALF (1910) beschriebenen Granulae in vivo für *Amoeba proteus* fest, wo die Granulae stets die kontraktile Vakuole umgeben. An unseren Präparaten kann man nicht nur die Umwandlung der Stäbchen in rundliche Granulae, sondern auch die Ausscheidung der Granulae mit Veränderung ihrer Färbungsfähigkeit dabei in das Lumen der Vakuole selbst beobachten. Aus diesem Grunde nehmen wir an, daß die Chondriosomen an der sekretorischen Tätigkeit des Plasmas, welches bei der Nahrungsverdauung entsteht, aktiv beteiligt sind. Hier läßt sich eine interessante Analogie mit den Prozessen der Chondriosomenumwandlung in den Drüsenzellen der Metazoa feststellen, wie von vielen Autoren (REGAUD 1909, HOVEN 1919, SCHULTZE 1911, EKLÖF 1914, BERG 1920) beschrieben worden ist. Auf Grund ihrer Untersuchungen können wir die Chondriosomen als ein Zentrum betrachten, um welches sich die Granulae des Sekrets (REGAUD) formieren. Gleichfalls kann der Prozeß des Aufquellens und der nachfolgenden Umwandlung der Chondriosomen an einem ihrer Enden in die Granulae, welche dem Sekret seinen Anfang geben, angesehen werden. Durch Feststellung der vollkommenen Ähnlichkeit der Sekretionsprozesse der Protozoa und der Metazoa bestätigen wir noch einmal den allgemeinen Satz über die Gleichheit aller Strukturformen, in welchen der vitale Metabolismus von den einfachsten bis zu den kompliziertesten Organismen sich entfaltet. Interessant sind für uns auch die Beobachtungen von MEVES, wo er ähnliche Prozesse der Chondriosomenumwandlung bei der Sekretion in den pflanzlichen Zellen beschreibt.

Die Analogie in den morphologischen sekretorischen Prozessen findet in unserem Falle eine direkte Bestätigung in der vollen Ähnlichkeit der Chondriosomen von *Actinosphaerium Eichhorni* in Hinsicht auf verschiedene Reagentien mit den Chondriosomen der Metazoen. Im Unterschied von den gewöhnlich von Fauré-Frémiet beschriebenen Chondriosomen der Infusorien färben sich die stäbchenförmigen Chondriosomen der Actinosphärien vital mit Neutralrot und Brillantkresylblau schlecht, mit Janusgrün dagegen gut, lösen sich in Chloroform, Äther, Alkohol und schwacher Essigsäure.

Erscheinen nun die Chondriosomen präforniert, wie Fauré-Frémiet annimmt? Wir können vorläufig keine genaue Antwort auf diese Frage geben, da wir keine entsprechenden Experimente angestellt haben. Theoretisch müssen wir jedoch die Präformierung dieser Struktur zulassen. Für solch eine Voraussetzung sprechen die experimentellen Angaben Berg's. Dieser Forscher konnte sich überzeugen, daß selbst bei starkem Hungern des Tieres (Salamander) das Chondriom in den Leberzellen nicht vollständig verschwand. Wenn die Chondriosomen sich in das Sekret verwandeln, woher sollen sich denn neue bilden? Auf dem Standpunkt der Präformierungshypothese stehend, werden wir die Teilung der Chondriosomen als eine bewiesene Tatsache betrachten müssen. Jedoch gelang es uns nicht diese typischen biskuitförmigen Stadien, welche die Teilung der Chondriosomen charakterisieren, wie sie Fauré-Frémiet beschreibt, in unseren Präparaten zu sehen. Die Umwandlung der Chondriosomen in kleine Granulae bei der Sekretion und gleichfalls in gröbere Klümpchen (die sich anders färben und sich in den Fixatoren der 1. Gruppe besser aufbewahren), welche im Plasma stets vorkommen, weisen des weiteren, wie uns scheint, direkt darauf hin, daß die Chondriosomen eine unstabile mit den metabolischen Prozessen des Plasmas verbundene Struktur vorstellen. Unsere Erwägungen bestätigen sich durch die Beobachtung von Schirch (1914) und Comes (1907). Schirch beobachtete ein schnelles Verschwinden der Chondriosomen in den Cysten der Amöben und ihre Bildung vor Beginn der Incystierung; Comes bewies hingegen durch direkte Fütterungsexperimente, daß die „Chromidien“ der Gregarinen (die Hirschler 1912 für Chondriosomen hält) in Abhängigkeit von den Nahrungsbedingungen auftreten und verschwinden können. Hier haben wir abermals volle Analogie damit, was für die Metazoen beschrieben ist. In Abhängigkeit von den Ernährungsbedingungen können die Chondriosomen entweder auftreten, oder fast vollständig verschwinden. So beschreibt wenigstens Berg (1920) die Umwandlungen der Chon-

driosomen in der Leber des Salamanders und Champy (1911) im Darm des Frosches.

Also kommen wir zu dem Schluß, daß die Chondriosomen eine Struktur metabolischen Charakters sind und als solche zu den ergastoplasmatischen Einschlüssen im Sinne A. Meyer's (1920) gerechnet werden müssen.

Da die Chondriosomen in ihrem Bestande eine lipoide Substanz aufweisen, so müssen sie vor allem eine mit dem Fettmetabolismus überhaupt verbundene Struktur haben; darauf deutet die partielle Färbung der Chondriosomen von granulärem Typus mit Sudan III hin.

Was die Granulationen der Axopodien anbetrifft, so haben sie anscheinend eine unmittelbare Beziehung zur Tötung der Beute. Die Paramäcien und andere Infusionen, wenn sie die Axopodien berühren, bleiben sofort stehen, es ist, als ob ihre Bewegung paralysiert wird. Es ist sehr wahrscheinlich, daß dieser Stillstand der Bewegung das Resultat der Wirkung irgendwelchen in der axialen Granulation konzentrierten Giftes ist. Wir wissen aber, daß die Anwesenheit von Gift überhaupt aufs innigste mit den lipoiden Stoffen verbunden ist; vielleicht dürfte dies der Grund sein, warum die Granulae der Axopodien mehr Fettstoffe enthalten, als die im Cytoplasma verteilten Chondriosomen.

4. Fettstoffe. Das Vorkommen von Fettstoffen im Protoplasma der Actinosphärien erscheint nicht unerwartet, obgleich man bis jetzt glaubte, daß im Plasma dieses Tieres kein Fett enthalten ist. Fettstoffe (Tropfen von neutralem Fett und Lipoiden) kommen im Cytoplasma einer vegetativen Form in sehr geringer Menge vor, wie dies bereits Vonwiller gezeigt hat. Der Fettstoff hat keine Beziehung zu den Chondriosomen; er lagert sich selbständig ab, aber entsteht nicht durch besonderen Umwandlungsprozeß der siderophilen Granulation wie es Bělař (1922) bei *Actinophrys* und Huth (1913) bei *Thalassicola* beobachtete.

5. Kohlehydratstoffe. Sowohl reines Glykogen, als auch Kohlehydrat in Verbindung mit Eiweißstoff werden für *Actinosphaerium* zum erstenmal beschrieben. Unzweifelhaft erscheint die Form, in welcher das Glykogen nach spezifischer Färbung in unseren Präparaten entdeckt werden kann (Best, Fischer) als unnormal. Dies stellt augenscheinlich ein Artefakt vor. Das Glykogen im Cytoplasma häuft sich an und enthält sich in flüssigem und zähflüssigem Zustand; in der Mehrzahl der Fälle können wir das für die Zellen der Vertebraten beweisen. Wenn das Glykogen ein flüssiger Einschluß ist, so gibt es nach der Fixation an Präparaten das Bild einer diffusen

Verteilung im Cytoplasma. Eine solche diffuse Verteilung des Glykogens wurde von vielen Autoren beobachtet (s. v. Kemnitz 1912), Bang und Sjovall (1916) und, was sehr interessant, durch die Experimente Borllinger's (1912) bestätigt. Mit einer Glykogenlösung durchtränkte Watte wurde in Aceton-Alkohol fixiert; bei der Untersuchung erwies sich, daß das Glykogen keinen Niederschlag gab, sondern diffus die Fasernzwischenräume durchtränkte. Was den halbflüssigen, oder richtiger, klebrigen Zustand anbetrifft, in welchem auch Glykogen vorhanden sein kann, so wird es sich in diesem Zustand in der Form von Tröpfchen ablagern. Ein solcher Zustand ist charakteristisch für das Kohlehydrat einiger Rhizopoden, z. B. *Nebela* (Klitzke 1911), *Difflugia pyriformis* (Rumjanzew 1922), parasitische Amöben, *Pelomyxa palustris* (sog. „Glanzkörper“ der alten Autoren); — wahrscheinlich kann man hierzu auch die „Stärkekörner“ der Gregarinen rechnen. Hier sei bemerkt, daß eine granuläre Ablagerung des Glykogens auch bei vielzelligen Tieren gefunden wurde, z. B. in den Dotterzellen einiger Trematoden (Ortner-Schönbach 1913), in den Eiern vieler Wirbellosen (Brammertz 1913), in den quergestreiften Muskeln der Vertebraten (Arnold 1914). In sämtlichen genannten Fällen liegt das Glykogen im Cytoplasma, bald in der Form von Granula, oder in der Form von regelmäßig abgerundeten Körnern. Es wäre schwer zuzugeben, daß diese Granula ein Artefaktum vorstellen; eher weist das Vorkommen der Granula darauf hin, daß das Glykogen sich in sehr zähflüssiger Form im Cytoplasma als Tröpfchen ablagern kann und sich nach der Fixation, der Einbettung und der Färbung nicht deformiert.

Indem wir zu unseren Beobachtungen übergehen, müssen wir behaupten, daß bei den Actinosphärien ein Teil des reinen Glykogens im Cytoplasma in der Form von Tropfen liegen kann, die sich jedoch bei der Fixation deformieren und Klümpchen von unregelmäßiger Form geben.

Eine andere Sache stellt der von uns im Plasma der Actinosphärien gefundene komplizierte Stoff vor, welcher aus Kohlehydrat und Eiweiß besteht. Die Form, in welcher er sich in den Präparaten befindet, erscheint unzweifelhaft als Artefakt. Die Bildung unregelmäßig konturierter Klümpchen, von welchen sich kleinere Körnchen abteilen, die Ansammlung dichter Klümpchen, welche sich in den Querbalken des Cytoplasmas ablagern — dies alles weist eher auf ein Artefakt als auf eine diesem Stoff wirklich eigene Form hin. Beobachtungen in vivo können hierzu als Bestätigung dienen. Es ist uns nie gelungen, in der Maschensubstanz auch nur eine Spur

einer ähnlichen Struktur zu beobachten, obgleich wir auf die gründlichste Weise den Bau des Cytoplasmas in vivo zu erforschen imstande waren. Wie uns die Farbenanalyse zeigte, spült sich die Kohlehydratkomponente leicht aus, was als Hinweis auf eine nicht standhafte, möglicherweise rein adsorptive Verbindung des Kohlehydrates mit dem Eiweiß dient. Wenn dies der Fall ist, so müssen wir die Frage beantworten, ob man die sich im Ptyalin unverdaulichen und nicht färbenden Eiweißkomponenten als Träger des Glykogens „Trägesubstanz“ Ehrlich's (1883) betrachten kann (Gierke 1907, Barfurth 1885 u. a.). Es scheint, daß wir diese Frage verneinend beantworten müssen. Die meisten der neueren Forscher kommen zu dem übereinstimmenden Schluß, daß im Plasma keine Glykogenträgersubstanz vorhanden sein können (Cremer 1902, Kemnitz 1912). Deswegen setzen auch wir voraus, daß hier einfach eine mechanische Verbindung eines Kohlehydrats mit irgendeinem anderen Stoff, welcher seinen Eigenschaften nach an Stoffe mit Eiweißcharakter, im speziellen mit Proteincharakter erinnert. Die Methode Fischer's färbt, wie Baumgartel (1920) bewiesen hat, die Glykoproteide besser als Glykogen, doch glauben wir nicht, daß die nach dieser Methode sich färbenden Einschlüsse des *Actinosphaerium* Glykoproteid wären. Diese Einschlüsse sind ihrer Verdaulichkeit in den Fermenten halber den Glykoproteiden sehr ähnlich, doch gibt es auch einen scharfen Unterschied, namentlich ihre partielle Löslichkeit im Wasser. Gerade diese Eigenschaft weist aber hauptsächlich darauf hin, daß wir es mit einer Mischung zu tun haben. Dieses muß uns nicht in Erstaunen setzen; im lebendigen Protoplasma müssen wir jederzeit auf den Befund solcher Verbindungen und Kombinationen gefaßt sein, welche wir nicht imstande sein werden auf irgendeinen von den Stoffen zurückzuführen, die sich im Plasma mit Hilfe chemischer Methoden analytisch nachweisen lassen. Daß solche Kombinationen möglich sind, darauf weist z. B. das Vorkommen der Glykogengranula mit gleichzeitigem Inhalt von Fett hin, wie es von Erdmann für *Chloromyxum Leydigii* beschrieben wurde, wobei das Fett im Zentrum der Granula liegt. Weiter, das Vorkommen des Glykogens im Zentrum der Dotterkörnchen in den Eiern von *Meloë* (Brammertz) oder wie bei *Prowazekia asiatica* (Whitmore 1911) Glykogen in Verbindung mit einem Stoff, welcher sich mit Kernfarbe färbt. Gleichfalls entdeckte Huth in den Vakuolen bei *Thalassicola* Fett mit einer gewissen Substanz, welche sich mit Eisenhämatoxylin färbt (Eiweiß?). Rumjanzew fand ähnliche Doppelbildungen in den Chromidien bei *Difflugia pyriformis*. Solche Kombinationen von

mechanischem absorptiven Charakter wie Glykogeneiweiß, Fetteiweiß kommen anscheinend sehr oft im Cytoplasma der Zellen vor, und wenn sie nicht beschrieben wurden, so geschah dies nur aus dem Grunde, daß für die Untersuchung unspezifische Methoden angewandt wurden.

Wenn wir die Abbildungen der Arbeiten HERTWIG's und SPEETH's vergleichen, so werden wir sehen, daß zwischen unseren Abbildungen, welche diese Kohlehydrat-Eiweißstoff-Kombination darstellen, und den Abbildungen der Chromidien große Ähnlichkeit besteht. Z. B. in Fig. 3 Taf. XI (HERTWIG 1904) erinnern die im Plasma liegenden Klümpchen ihrem Charakter nach sehr an unsere Abbildung; das gleiche ersieht man leicht bei der Vergleichung unserer Abbildungen mit Fig. 1 oder 4 Taf. XV der Arbeit SPEETH's, wo außer stäbchenförmigen Klümpchen, von welchen oben die Rede war, für die Kohlehydrat-Eiweißstoff-Kombination charakteristische Klümpchen abgebildet sind.

Zum Schluß müssen wir noch die letzte von uns am Anfang unserer Untersuchung gestellte Frage beantworten, in welcher Beziehung die „Chromidien" (Kohlehydrateiweißstoffe) zum Kern stehen. Direkte Beobachtungen, welche den Austritt von Stoffen aus dem Kern bestätigen, sind von uns nicht gemacht worden.

Wie oben bereits bemerkt, haben die Kerne an gut fixierten Präparaten stets gut ausgeprägte Wände, sowohl bei genügend genährten Exemplaren, als auch zum Schluß unserer Untersuchungen, wo bei den Actinosphärien Merkmale der Degeneration mit darauffolgendem Absterben aufzutreten begannen. Bei Zulassung einiger Ungenauigkeiten unserer Beobachtungen, — wir konnten nämlich die Stadien des Austretens des Chromatins zufällig übersehen, — möchten wir dennoch nicht zugeben, daß man das Austreten irgendwelcher Substanz aus dem Kern in das Plasma an Präparaten beobachten könnte. Ein Austausch an Stoffen zwischen dem Kern und dem Plasma muß existieren, und die Richtung der Bewegung der Teilchen muß vor allem von der Peripherie zum Kern gehen, welch letzterer eine zentrale Stellung einnimmt, wonach der Austausch in entgegengesetzter Richtung stattfindet. Bis jetzt hat niemand mit Ausnahme KEMNITZ's (1912) den morphologischen Weg der in den Kern eindringenden Substanz beobachtet. Das Eintreten der Stoffe aus dem Plasma in den Kern wurde stillschweigend von allen angenommen, da man der Meinung war, daß man diese Richtung des Austausches an Präparaten nicht verfolgen könne. In der Tat ist der Kern, wie auch das Plasma überhaupt, nach seinen Eigenschaften ein typisches

Kolloid, das an der Trennungsgrenze eine Hülle bildet, durch welche die Bewegung der Teilchen beiderseits erfolgt. Die Bewegungen und die Umlagerung der Amikronen können wir nicht sehen. Es bleiben die Submikronen und die Mikromen. Betreffs der ersten ist bis jetzt kein einziger Fall bekannt, wo man im Ultramikroskop den Austausch an Submikronen zwischen dem Kern und dem Plasma beobachten könnte. Nehmen wir also an, daß die Mikronen aus dem Plasma in den Kern und umgekehrt wandern können, so heißt das die chemische Seite des Prozesses zu primitiv begreifen. Wie die Mikronen in den Kern eintreten, wurde noch nie beobachtet, da dem Wesen nach die Mikronen des Plasmas hauptsächlich das ergastoplasmatische Gebilde sind. Die Mikronen des Kerns aber sind Teilchen des Chromatins, welche die Konsistenz eines Gel haben. Es ist schwer zuzugeben, daß wir beim Durchwandern der Mikronen durch die Kernwand den Weg dieser Körnchen in vivo nicht bemerken würden; anzunehmen, daß die Kernhülle am Ort des Austretens der Teilchen sich löst, um sich nachher von neuem zu bilden, haben wir keine direkten Beweise, gleich wie es auch keine Beweise der Porosität gibt und geben kann, wenn wir selbst in Betracht ziehen, daß die sich im Zustand eines Gel befindende Kernsubstanz die Kernwand nicht durchbricht, sondern aus dem Kern in das Plasma „ausschwitzt". Alle Fälle der Beschreibung solcher Chromatinaustritte wurden noch seinerseits einer strenger Kritik unterworfen; jetzt aber können wir vollkommen ruhig behaupten, daß diese Beschreibungen des Austritts und des Ausschwitzens hauptsächlich von einer schlechten Fixation herrühren (s. darüber Duesberg 1912, Kemnitz 1912). Wir wollen auch darauf hinweisen, daß diejenigen Forscher, welche das Austreten des Chromatins beschreiben (wenn wir annehmen, daß ein solches Austreten überhaupt in Form von a- und Submikronen möglich ist, kein einziges Mal zur Bestätigung eine genaue histochemische Analyse des austretenden Stoffes vorgenommen, sich hingegen nur auf färberische und, man muß sagen, ziemlich einfache Methoden beschränkt haben.

Indem wir die Unmöglichkeit das Austreten der Teilchen aus dem Kern in das Plasma morphologisch zu verfolgen behaupten, müssen wir um so mehr mit selbstverständlicher und wohl begründeter Skepsis dem Austreten der Stoffe des Nucleolus, wie dies oft für die Drüsenzellen beschrieben wird, begegnen. So beobachtete Schreiner (1916) an den Drüsenzellen des Neunauges, wie die Nucleoli beim Austreten aus dem Kern den Anfang einer fuchsinophylen Körnigkeit geben, welche sich farbig durch nichts von den

nach der Methode ALTMANN's färbenden Chondriosomen unterscheiden. KRÜGER (1923) beschreibt die sekretore Wirksamkeit der Nucleoli der Zementdrüse bei verschiedenen *Cirripedia.* Die Nucleoli vergrößern sich periodisch und treten durch die aufgelöste Hülle in das Plasma ein, wobei sie dem Sekret den Anfang geben. Sehr wahrscheinlich ist es, daß in den Drüsenzellen der Kern an der sekretorischen Tätigkeit beteiligt ist, wenn nur auch hier die beobachtete Erscheinung nicht als Produkt schlechter Fixation zu betrachten ist.

Unter Berücksichtigung des Gesagten sowie derjenigen Angaben, welche wir bei der Beschreibung der Plasmastruktur anführen, verneinen wir jeden direkten genetischen Zusammenhang der Kohlehydrat-Eiweißstoffe mit den Kernsubstanzen. Der Kohlehydrat-Eiweißstoff der Actinosphärien, die „Chromidien", lagert sich im Plasma ab; das ist kein lebendiges Plasma, sondern ein ergastoplasmatischer Einschluß, und als solcher bildet er sich auf Kosten der aufgenommenen Nahrung. Uns scheint die Voraussetzung der Möglichkeit seines Verbrauches im Kern, wo Nucleinverbindungen vorhanden sind, wahrscheinlicher, da die Nucleinverbindungen in ihrem Bestand eine Kohlehydratgruppe enthalten. Doch können wir freilich die Morphologie des Eintretens bei den gegenwärtigen Beobachtungsmethoden nicht verfolgen.

Literaturverzeichnis.

1) AGGAZATTI, A. (1910): Richerche ultromicroscopiche sui globuli rosse di Spelezpes fuscus. Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. 2.

2) ARNOLD, J. (1914): Über Plasmastrukturen. Fischer, Jena.

3) BANG, J. u. SJOVALL, E. (1916): Studien über Chondriosomen unter normalen und pathologischen Bedingungen. Beitr. z. path. Anat. u. allg. Path. Bd. 62.

4) BARFURTH, D. (1885): Vergleichend histologische Studien über das Glykogen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 25.

5) BAUMGARTEL (1920): Das Problem der Cyanophyceenzellen. Ach. f. Protistenk. Bd. 41.

6) BĚLAŘ, K. (1922): Untersuchungen an Actinophrys sol EHRBG. I. Arch. f. Protistenk. Bd. 46.

7) BERG, W. (1902): Beiträge zur Theorie der Fixation. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 62.

8) — (1905): Weitere Beiträge zur Theorie der histologischen Fixation. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 65.

9) — (1920): Über funktionelle Leberzellstrukturen. I. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 94.

10) BOISSEVAIN, M. (1909): Über Kernverhältnisse von Actinosphaerium Eichhorni. Arch. f. Protistenk. Bd. 13.

11) BORGERT, A. (1909): Über Erscheinung fettiger Degeneration bei triphylen Radiolarien. Arch. f. Protistenk. Bd. 16.

12) BORLLINGER, N. (1912): Das Glykogen im menschlichen Herzen usw. ZIEGLER's Beitr. Bd. 53.

13) BOROWSKY, W. (1910): Untersuchungen über Actinosphaerium Eichhorni. Arch. f. Protistenk. Bd. 19.

14) BRAUMMERTZ, W. (1913): Morphologie des Glykogens während Eibildung und Embryonalentwicklung usw. Arch. f. Zellforsch. Bd. 11.

15) BRAUER, A. (1894): Encystierung von Actinosphaerium. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 58.

16) BÜTSCHLI, O. (1880—82): Protozoa. BRONN's Klassen und Ordn. d. Tierreichs Bd. 1 a.

17) CHAMPY, M. (1911): Recherches sur l'absurbation intestinale et le rôle des mitochondries dans l'absurbation et la sécrétion. Arch. d'anat. micr. T. 13.

18) COMES, S. (1907): Untersuchungen über den Chromidialapparat der Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.

19) CREMER (1902): Physiologie des Glykogens. Ergebn. d. Physiol. Bd. 1.

20) DOBELL, C. (1909): Chromidia and the binuclearity hypotheses. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 53.

21) DOFLEIN, F. (1916): VII. Untersuchungen über das Protoplasma und Pseudopodien der Rhizopodien. Zool Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. 39.

22) — (1918): Über Polystomella agilis ARAGAO. Ibid. Bd. 41.

23) DUESBERG, J. (1912): Plastosomen. „Apparato reticolare interno“ und Chromidialapparat. Ergebn. f. Anat. u. Entwickl. Bd. 20.

24) EHRLICH, P. (1883): Über das Vorkommen von Glykogen im diabetischen und im normalen Organismus. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 6.

25) EKLÖF, H. (1914): Chondriosomenstudien an den Epithel- und Drüsenzellen des Magens, Darmkanals und den Ösophagusdrüsenzellen bei Säugetieren. Anat. Hefte Bd. 51.

26) ERDMANN, R. (1917): Chloromyxum leydigi und seine Bezeichnung zu anderen Myxosporidien. Arch. f. Protistenk. Bd. 37.

27) FAURÉ-FRÉMIET, M. (1911): Etudes sur les mitochondries des Protozoa et des cellules sexuelles. Arch. d'Anat. Micr. T. 11.

28) FISCHER, A. (1889): Fixierung und Bau des Protoplasmas. Jena.

29) GIERKE, E. (1907): Physiologische und pathologische Glykogenablagerung. Ergebn. f. allg. Path. Bd. 2.

30) GIESBERG, H. (1922): Untersuchungen zum Plasmabau der Amöben im Hinblick auf die Wabentheorie. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. 51.

31) GOETTE, A. (1916): Über den Lebenscyclus von Difflugia lobostoma. Arch. f. Protistenk. Bd. 37.

32) GROSS, R. (1917): Beobachtungen und Versuche an lebenden Zellkernen. Arch. f. Zellforsch. Bd. 14.

33) HARDY, B. (1899): Structure of Protoplasma. Journ. of physiol. Vol. 24.

34) — (1900): Über den Mechanismus der Erstarrung in umkehrbaren Kolloidsystemen. Zeitschr. f. physikal. Chemie Bd. 33.

35) HERTWIG, R. (1899): Über Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von Actinosphaerium Eichhorni. Abh. d. bayr. Akad. d. Wiss. II. Kb. Bd. 19.

36) — (1904): Über physiologische Degeneration bei Actinosphaerium Eichhorni. Festschr. f. E. HAECKEL.



37) Hirschler (1912): Zur Kenntnis der Chromidialstränge. Anat. Anz. Bd. 41.
38) Hoven, H. (1912): Contribution à l'étude du fonctionnement des cellules glandulaires. Arch. f. Zellforsch. Bd. 8.
39) Howard, W. (1908): A detailed study of the changes, occuring in the physiological degeneration of Actinosphaerium Eichhorni. Journ. of exp. Med. Vol. 10.
40) Huth, W. (1913): Zur Entwicklungsgeschichte der Thalassicolen. Arch. f. Protistenk. Bd. 30.
41) Kemtnitz, G. (1912): Die Morphologie des Stoffwechsels bei Ascaris lumbricoides. Arch. f. Zellforsch. Bd. 7.
42) Khainsky, A. (1911): Untersuchungen über Arcellen. Arch. f. Protistenk. Bd. 21.
43) — (1911): Zur Morphologie einiger Infusorien auf Grund einer neuen histologischen Methode. Arch. f. Protistenk. Bd. 21.
44) Klitzke, M. (1911): Über Nebela collaris Ehrbg. Arch. f. Prostistenk. Bd. 21.
45) Krüger (1920): Studien der Cirripedien. Zeitschr. ind. Absbl. Bd. 24.
46) Lewis, M. R. u. Lewis, W. H. (1915): Mitochondria in tussue cultures. Amer. Journ. Anat. Vol. 17.
47) MacKinnon, D. (1908): A few observations on the Encystation ol Actinosphaerium Eichhorni under different conditions of temperature. Quart. Journ. of Micr. Sc. Vol. 52.
48) Mayer et Schaeffer (1908): Sur la structure du Gel. C. R. Soc. Biol. T. 1.
49) Metcalf (1910): The life-cyle in Amoeba. Journ. of Exp. Zool. Vol. 9.
50) Meves, F. (1918): Über Umwandlung der Plastosomen in Sekretkügelchen nach Beobachtungen an Pflanzenzellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 90.
51) Meyer, A. (1920): Morphologische und physiologische Analyse der Zelle. Fischer, Jena.
52) Nirenstein, E. (1905): Ernährungsphysiologie der Protisten. Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. 5.
53) — (1909): Über Fettverdauung und Fettspeicherung bei Infusorien. Ibid. Bd. 10.
54) Ortner-Schönbach, P. (1913): Zur Morphologie des Glykogens bei Trematodes und Cestoden. Arch. f. Zellforsch. Bd. 11.
55) Pratje (1921): Naticula miliaris. I. Morphologie und Physiologie. Arch. f. Protistenk. Bd. 42.
56) Regaud, Cl. et Mowas, J. (1909): Ergastoplasma et mitochondries dans les cellules de la glande submaxillaire de l'homme. C. R. de la Soc. Biol.
57) Rhumbler, L. (1914): Das Protoplasma als physikalisches System. Ergebn. d. Physiol. Bd. 14.
58) Roskin, G. (1918): Sur la structure des fortes elements contractiles de la cellule. Arch. Russ. d'Anat. Histol. T. 2.
59) Rumiantzew, A. (1922): Über den Bau der Chromidialsubstanz bei Difflugia pyriformis. Arch. de la Soc. Russe de Protistologie T. 1.
60) Schiffmann, O. (1919): Über die Fortpflanzung von Gregarina blattarum und Gregarina cutanea. Arch. f. Protistenk. Bd. 40.
61) Schirch, P. (1914): Beiträge zur Kenntnis des Lebenscyclus von Arcella vulgaris und Pelomyxa palustris. Arch. f. Protistenk. Bd. 33.
62) Schreiner, K. (1916): Zur Kenntnis der Zellgranula. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 89.
63) Schultze, O. (1911): Genese der Granula in den Drüsenzellen. Anat. Anz. Bd. 28.
64) Speeth, C. (1919): Über Kernveränderungen bei Actinosphaerium in Hunger- und Encystierungskulturen. Arch. f. Protistenk. Bd. 40.

65) TSCHERNAK, A. (1916): Allgemeine Physiologie. Springer.
66) VONWILLER, P. (1918): Über den Bau des Plasmas der niedersten Tiere. Arch. f. Protistenk. Bd. 38.
67) WASILEWSKI (1899): Über Fixierungsflüssigkeiten in der botanischen Mikrotechnik. Zeitschr. f. wiss. Mikr. Bd. 16.
68) WHITMORE, E. (1911): Prowazekia asiatica. Arch. f. Protistenk. Bd. 22.

Tafelerklärung.

Tafel 10.

Fig. 1. Fixation mit SCHAUDINN's Flüssigkeit, Färbung mit Boraxkarmin Abgebildet mit der Zeichnungskammer von ZEISS mit 2 mm Apochr. und 12 Comp. Oc. Auf der Abbildung sieht man ungefärbte pelliculare Körner und eine undeutlich differenzierte ectoplasmatische Körnigkeit.

Fig. 2. Fixation mit CARNOY's Flüssigkeit, Färbung mit Karmin nach BEST. Dieselbe Vergrößerung. Es ist eine kleine Portion des Ectoplasmas mit Klümpchen von Glykogen abgebildet, welche in roter Farbe gefärbt sind; sie tragen deutliche Spuren einer Auswaschung.

Fig. 3. Die Behandlung ist dieselbe wie in Fig. 2. Dieselbe Vergrößerung. In der Abbildung ist ein Sektor des Ectoplasmas gezeichnet. Man muß den vermittelnden Effekt der Färbung BEST's der unterscheidbaren Körnigkeiten anmerken.

Fig. 4. Fixation mit SCHAUDINN's Flüssigkeit, Färbung mit polychromem Methylenblau nach UNNA mit Nachfärbung Tannin + Fuchsin. Vergr. 2 mm Apochr. und 18 Comp. Oc. Abgebildet ist die Wandung der Nahrungsvakuole. Man sieht das Eiweißstroma der Chondriosomen, das in bläulich-dunkelblauer Farbe gefärbt ist.

Berichtigung.

Auf S. 236, 5. Zeile von unten, lies statt Kohlenhydrate: Kohlehydrate.



Analyse der aerophilen Grünalgenanflüge, insbesondere der proto-pleurococcoiden Formen.

Von

Friedrich Brand.

Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben

von

Dr. S. Stockmayer.

(Hierzu Tafel 11.)

Vorwort des Herausgebers.

Einige Monate vor seinem Tode (am 18. Januar 1924)[1]) sandte mir FRIEDRICH BRAND das Manuskript der vorliegenden Arbeit. Er bezeichnete es als seinen sehnlichsten Wunsch, daß diese Arbeit publiziert werde. Er betraute mich mit deren Überarbeitung.

Den Gedanken an eine solche ließ ich gleich bei der ersten Durchsicht fallen. Die ersten 10 Kapitel bedurften keiner Überarbeitung, nur die letzte Durchsicht des Manuskriptes und Korrekturen waren notwendig, besonders die Ergänzung der zahlreichen Literaturzitate, die BRAND nur angedeutet und deren vollständige Zitation er für die letzte Durchsicht aufgespart hatte. Ferner fehlte die Figurenerklärung der kolorierten Tafel, deren Zusammenstellnug aus dem Texte und aus zurückgebliebenen Notizen BRAND's größtenteils gelang.

In diesen 10 Kapiteln etwas zu ändern, hieße der Arbeit ihren sehr ausgeprägten individuellen Charakter nehmen; eine redaktionelle Änderung hätte auch eine Vertiefung in dieses spezielle, ziemlich schwierige Thema erfordert. — Ferner bin ich gerade in zweien der Standpunkte BRAND's, die in dieser Arbeit eine wichtige Rolle spielen, nicht mit ihm ganz gleicher Anschauung. Der eine betrifft die Frage der Reinkulturen, gegen die sich BRAND in dieser und früheren Arbeiten, ohne sie geradezu prinzipiell zu verwerfen, doch recht ablehnend verhält. Er begründet seinen Standpunkt (s. Kapitel III) auf Grund seiner Erfahrungen ausführlich. Gewiß hat BRAND Recht, wenn er viele der Reinkulturprodukte für experimentell-pathologische Bildungen erklärt; gewiß hat er Recht, wenn er das so vor-

[1]) Siehe STOCKMAYER, S., 1925. — FRIEDRICH BRAND, Nachruf. — Hedwigia Bd. 65 p. 101—108. (Enthält eine Liste sämtlicher Publikationen BRAND's).



zugsweise Studium der Entwicklung nach Reinkulturen für einseitig erklärt und auf eingehendes Studium unter natürlichen Bedingungen dringt. Ich glaube aber, letzteres schließt ersteres nicht aus; und wenn bei Reinkulturen Fehler gemacht wurden und werden, müssen wir trachten, sie möglichst auszuschalten. — Mein zweiter abweichender Standpunkt bezieht sich auf das cytologische Studium. Die von Brand verwendete Vitalfärbung zur systematischen Unterscheidung der verschiedenen hier beschriebenen Luftalgen scheint ein ausgezeichnetes praktisches Hilfsmittel zu sein; aber eine Ergänzung der damit gewonnenen Resultate und überhaupt des Studiums der niederen Algen ganz im allgemeinen durch genaues cytologisches Studium scheint mir von prinzipieller Bedeutung.

Damit will ich aber die große Bedeutung dieser Arbeit Brand's, einer der besten unter seinen sämtlich guten, durchaus nicht schmälern; einer kann nicht alles arbeiten, besonders wenn er nahe an 80 Jahre alt ist. Jedenfalls wäre es ein Schaden für die Wissenschaft gewesen, wenn diese Arbeit samt Tafel nicht zur Publikation gekommen wäre. Besonders verweise ich außer auf die systematischen Kapitel (VII—X) auf das Kapitel VI, das speziell in der Frage der Zellteilung z. T. neue Gesichtspunkte entwickelt, aber auch auf die Kapitel I, III u. IV, die in vielen Belangen Fragen von allgemein naturwissenschaftlicher Bedeutung berühren.

Ich ergänzte also nur und korrigierte offenbare Fehler; die wenigen Ergänzungen von meiner Hand habe ich durch Anwendung eckiger Klammern [ ] ersichtlich gemacht und auch als solche bezeichnet.

Die ersten 10 Kapitel sind also druckreif. Vom 11. Kapitel „Gelegentliche Begleiter der Protopleuroccoiden" ist aber nur ein unvollendetes Konzept vorhanden; es fehlen — außer einigen flüchtig hingeworfenen Skizzen — Abbildungen. Diese Skizzen führen Namen an (z. B. „*Cystococcus gemmatus*, *Cystococcus protectus*, *Cystococcus silvaticus*") von denen im Konzepte nicht oder kaum die Rede ist; nur zu *Cystococcus humicola* Naegeli sind einige brauchbare, aber auch nicht ganz fertige Abbildungen vorhanden. Brand teilte mir in einem Begleitschreiben mit: „Das Konzept zur Fortsetzung der Arbeit sowie zahlreiche Skizzen zu weiteren Abbildungen sind im ersten Schreck über die Einquartierung verloren gegangen." Sie fanden sich auch nicht in seinem Nachlasse. Die einzige ausführlicher besprochene Alge ist *Cystococcus humicola* Naegeli, zu der auch eine lateinische Diagnose vorliegt, die aber Brand in seinem obenerwähnten Begleitschreiben selbst zurückzieht mit der Bemerkung, die Alge sei nicht genügend studiert.

Außerdem werden noch besprochen *Trochiscia* sp. und *Pseudendoclonium* sp., eine dem marinen *Pseudendoclonium submarinum* Wille sehr ähnliche Atmophyte. Mehrfach im Texte gelegentlich erwähnt wird eine *Phacococcus n. g.* genannte Alge, die zahlreiche spindelförmige Chlorophoren zu haben scheint, es fehlt aber jede Beschreibung und Abbildung.

Ich ziehe es vor, nachdem schon leider einmal ein Torso vorliegt, von einer Publikation dieses 11. Kapitels — auch nur in Bruchstückform — ganz abzusehen. Vielleicht gelingt es mir, aus dem nachgelassenen Materiale Brand's, mikrosk. Präparaten (leider z. T. vertrocknet), Exsiccaten und Conservaten, über die eine oder andere der hier skizzierten oder nur als nomina nuda angeführten Algen Aufschlüsse zu gewinnen und damit dieser Arbeit Brand's den fehlenden Abschluß zu geben. Das wäre aber Gegenstand einer selbständigen neuen Bearbeitung.

Stammersdorf bei Wien, 7. Juni 1925. **Dr. Stockmayer.**



I. Allgemeiner und biologischer Überblick.

In älteren botanischen Schriften finden wir öfters einen gewissen *Protococcus viridis* genannt, welcher als pulveriger grüner Anflug sehr häufig Baumrinden, Holzwerk, Mauern, Felsen usw. auf größere oder kleinere Strecken überziehen soll. Spätere Autoren sprachen in gleichem Sinne auch von *Pleurococcus vulgaris.*

Allmählich hat sich nun herausgestellt, daß diese Anflüge keineswegs so gleichartig sind, wie man früher glaubte, und die Untersuchungen, deren Resultate in folgendem mitgeteilt werden sollen, haben noch bestimmter gezeigt, daß solche Lager nicht nur überhaupt von verschiedenen Organismen gebildet werden können, sondern daß sie auch im Einzelfalle durchaus nicht immer nur eine einzige Art enthalten. Es finden sich in ihnen vielmehr nicht nur Angehörige verschiedener Arten und Gattungen, sondern sogar verschiedener Klassen und Ordnungen des Pflanzenreichs vertreten.

Der Hauptmasse nach bestehen sie allerdings aus solchen Grünalgen, welche den mit den Namen *Protococcus* und *Pleurococcus* verbundenen unsicheren Vorstellungen mehr oder weniger entsprechen. Die hier in Frage kommenden Arten sollen deshalb als „protopleurococcoide" Algen bezeichnet, und im nächsten Abschnitte einer vorläufigen allgemeinen Besprechung unterstellt und später ausführlich dargestellt werden.

Nebstdem sind aber noch andere chlorophyllgrüne Formen zu erwähnen, welche teils als Angrenzer, teils als beigemischte Gesellschafter der Protopleurococcoiden auftreten. Unter diesen finden sich sowohl einzellige, *Dactylococcus bicaudatus* A. Br., *Trochiscia protococcoides* Kütz. und verschiedene noch nicht sicher zu umschreibende Organismen, welche zum Teile dem „*Cystococcus*" Nägeli anzugehören scheinen, *Stichococcus bacillaris* Näg., *Mesotaenium* spec., als auch die fadenförmigen Arten: *Ulothrix crenulata* Kütz., *Ul. flaccida* Kütz., und die Fadenform von *Prasiola crispa ampl.* (*Schizogonium* spec. Auctor) [1]).

Die zwei letztgenannten Fadenalgen treten oft in ebenso ausgebreiteten Beständen auf, wie die Protopleurococcoiden und können, wenn ihre Lager nur dünn sind, bei oberflächlicher Betrachtung mit letzteren verwechselt werden; in der Nähe enthüllen sie aber einem guten Auge oder dem tastenden Finger ihre fädige Beschaffenheit,

[1]) Vgl. Brand, F.: Über die Beziehung der Algengattung *Schizogonium* Kütz. zu *Prasiola* Ag. in: Hedwigia Bd. 54, 1914.



während die coccoiden Elemente, welche von *Pras. crispa* und *Ulothrix crenulata* zeitweise gebildet werden, niemals in makroskopisch erkennbarer Menge auftreten. Ferner können die grünen Anflüge, ohne ihr äußeres Ansehen merklich zu ändern, auch anders gefärbte Algen, wie *Trentepohlia* spec., *Porphyridium cruentum*, seltener einzellige Phaeophyceen, dann verschiedene Cyanophyceen und Bacillariaceen Ruhezustände von Euglenen, Chlamydomonaden, *Sphaerella lacustris* und *pluvialis*, schließlich Jugendzustände von Moosen sowie Pilze und Spaltpilze in beschränkter Beimischung enthalten.

Diese in ihrem Wesen so grundverschiedenen Genossen sind auch unter dem Mikroskop nicht immer auf den ersten Blick auseinanderzuhalten. An notleidenden Beständen kann die Farbe derart verändert sein, daß schon die Unterscheidung von Grün- und Blaualgen [1]) einige Aufmerksamkeit erfordert.

Trentepohlia-Arten, insbesondere die überhaupt sehr wenig gefärbte *Tr. annulata* nob., enthalten unter Umständen in einzelnen Thallusabschnitten oder Zellen gar kein Hämatochrom und können dann leicht verkannt werden. An chemisch behandeltem oder künstlich überfärbtem Materiale erinnern gewisse Pilzsporen und selbst animale Cysten bisweilen an Algenzellen.

Sodann ist der Fragmentierung sowie der Sporen- und Aplanosporenbildung zu gedenken, durch welche Vorgänge auch thallombildende Algen zeitweise in Einzelzellen zerfallen können, die eine gewisse Ähnlichkeit mit typisch einzelligen Begleitern aufweisen.

Sogar von Moosprotonemen lösen sich bisweilen rundliche Zellen ab, welche allem Anscheine nach schon mit Grünalgen zusammengeworfen wurden [2]).

---

[1]) Verdünnte Salzsäure und Kalilauge beeinflussen das Kolorit der Grünalgen fast gar nicht, wohl aber jenes der Blaualgen. Die von NAEGELI, RABENHORST u. A. als für Cyanophyceen charakteristisch angegebenen Farbänderungen treten nach diesen Reagentien aber nicht in allen Fällen auf und pflegen besonders da auszubleiben, wo man ihrer am meisten bedürfte, nämlich bei einem von Haus aus nur schwach und undeutlich gefärbtem Material. Auch der Nachweis des Zentralkörpers der Cyanophyceen ist nicht unter allen Umständen leicht zu erzielen.

[2]) KÜTZING (Umwandlung niederer Algenformen in höhere sowie auch in Gattungen ganz verschiedener Familien und Klassen höherer Kryptogamen. Haarlem 1841) ließ bekanntlich Algenzellen zu Moosen auswachsen. Später wollten HICKS (Transact. Linn. Soc. 1862) und, diesem folgend, HANSGIRG (Physiol. und alpolog. Stud. 1887) in Moosprotonemen Pyrenoide gesehen haben. Falls letzteren Autoren nicht eine *Anthoceros*-Vegetation vorgelegen hat, müßten wir eine Verwechslung mit Algen annehmen, da weder aus FAMINTZIN's (die anorgan. Salze usw. 1872 p. 62) Erwähnung abgerundeter Protonemazellen die Existenz von Pyrenoiden zu entnehmen ist, noch ein anderer Autor noch Verfasser dieses jemals ein Pyrenoid



Nebst der systematischen haben wir auch die biologische Qualität dieser Organismen zu untersuchen. Die physikalischen Faktoren, welche hier in Betracht kommen, sind teils in der Qualität der Unterlage (Holz, Rinde, Kalk- oder Kieselgestein usw.), teils im Grade der Belichtung und Erwärmung, ganz besonders aber im Maße der Befeuchtung gegeben.

In letzterer Beziehung finden wir als Extreme einerseits tropfend nasse Felsen, andererseits frei in die Luft ragende Eisenteile von Grünalgen überzogen. Lebensbedingungen ersterer Qualität hat man schon als „hygrophytisch" bezeichnet [1]). Algen, welche dauernd unter solchen Verhältnissen leben, können wir aber nicht zu den Luftalgen rechnen, sondern müssen sie den Hydrophyten beizählen, welche sich nach Warming [2]) dadurch kennzeichnen, daß sie „ganz oder größtenteils von Wasser umgeben sind oder auf einem sehr wasserreichen Boden leben". Derartige Organismen können in vorliegender Arbeit, welche sich nur mit Aërophyten beschäftigt, nicht näher berücksichtigt werden.

Zur biologischen Charakterisierung der aërophytischen Algen stehen uns nur zwei „Vegetationen" Warming's zu Gebote, nämlich die Xerophytenvegetation, deren Pflanzen „auf Felsboden oder jedenfalls während eines längeren Zeitraumes im Jahre in wasserarmem Boden und in trockener Luft wachsen" und die Mesophytenvegetation, welche „an Boden und Luft von mittlerer Feuchtigkeit angepaßt ist". Die hier zu behandelnden Luftalgen wollen sich aber in keine

in Moosprotonemazellen gesehen hat. Die Zellen der grünen Luftalgen sind zwar durchschnittlich kleiner als jene von Protonemen, ihre größten Individuen können aber die Maße der kleinsten freien Protonemazellen erreichen. Dagegen unterscheiden sich letztere von den Algenzellen durch die große Anzahl rundlicher oder linsen-spindelförmiger Chlorophoren, welche nicht nur in der Peripherie, sondern auch im Innern junger Zellen verteilt sind, während die Chlorophoren der von uns beschriebenen Luftalgen entweder nur einfach oder, wenn in geringer Mehrzahl vorhanden, immer plattenförmig und parietal gelagert sind. Auch künstlichen Farbstoffen gegenüber pflegt sich das Protonema in anderer Weise zu verhalten, als die beigesellten Algen. Bisweilen ist die Membran rundlicher Protonemazellen auch von Natur aus gelblich gefärbt, wie jene der Rhizoiden. Dennoch sind Täuschungen möglich, weil auch die Protonema-Chlorophoren unter Umständen in kleine Körner zerfallen können, wie jene der Grünalgen, und weil einzellige Formen der letzteren, wie ich mich selbst überzeugt habe, sich bisweilen in leere Protonemamembranen einnisten. Die gelegentliche Ansammlung der Chhlorophoren in dem einen Ende der Zelle ist nicht für ein Protonema charakteristisch, wie Famintzin annimmt, sondern kommt auch bei Fadenalgen zur Beobachtung.

[1]) Schroeter, C.: Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1908, p. 567.

[2]) Warming, E.: Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Deutsche Ausgabe. Berlin 1895.

dieser „Vegetationen“ fügen, indem sie 1. Insolation und Austrocknung[1]) nicht in so hohem Grade ertragen, wie z. B. gewisse Cyanophyceen und höher organisierte Xerophyten, sondern eines ständigen minimalen Wassergehaltes der umgebenden Luft zu bedürfen scheinen und 2., weil diese wurzellosen Organismen von der Feuchtigkeit des Untergrundes gar nicht unbedingt abhängig sind. Sie decken nämlich ihren Wasserbedarf nur aus den periodischen atmosphärischen Niederschlägen und werden in der Zwischenzeit durch den in der Luft enthaltenen Wasserdampf vor vollständiger Austrocknung bewahrt. Nur dann, wenn sie durch allzugroße Trockenheit und Erwärmung der Luft von oben her bedroht sind, gewinnt der Untergrund für sie entscheidende Bedeutung, indem durch Verdunstung des in ihm enthaltenen Wassers von unten her Feuchtigkeit und Abkühlung beschafft wird.

Aus diesen Gründen dürfte es sich empfehlen, für derartige Pflanzen eine besondere „atmophytische“[2]) Vegetationsform anzunehmen. Um den vielfachen Abstufungen, welche im Wasserbedarfe der einzelnen Formen bestehen, wenigstens annäherungsweise gerecht zu werden, können wir drei Unterabteilungen[3]) annehmen, nämlich die oligo-, meso- und polyatmophytische Vegetationsform.

Oligoatmophyten nennen wir demnach jene rhizoidfreien Bestandteile der grünen Luftalgen, welche — auf einer an sich fast vollständig trockenen Unterlage lebend — nur eines beständigen

---

[1]) Schröder, G. (Über die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen. Unters. d. Bot. Instit. Tübingen 1888 p. 23—26) glaubt nach 4—5 monatlicher Austrocknung über Schwefelsäure an „*Pleurococcus vulgaris*“ und „*Cystococcus humicola*“ noch lebende Zellen gesehen zu haben. Abgesehen davon, daß aus der Arbeit nicht zu ersehen ist, um welche Organismen es sich tatsächlich handelte, ist auch nicht deutlich genug angegeben, in welcher Weise der Autor sich von ihrer Lebensfähigkeit überzeugt hat. Verf. dieses hat dagegen gefunden, daß in der freien Natur auch die oligoatmophytischen Grünalgen keine unbegrenzte Austrocknungsfähigkeit besitzen, indem ihre Bestände nach monatelanger außergewöhnlicher Trockenheit bis auf einzelne besonders geschützte Exemplare zugrunde gegangen waren. Ein solcher Schutz kann durch Überwucherung von seiten anderer Organismen gewährt oder auch durch Hineinwachsen in Spalten der Unterlage erzielt werden. Ob jedoch die ständig „endolithisch“ lebende kleine kugelige Grünalge, welche Diels (Die Algenvegetation der Südtiroler Dolomitriffe. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1914 p. 516) entdeckt hat, in Beziehung zu unserer Gruppe steht, läßt sich zurzeit nicht sagen.

[2]) [ὁ ἀτμός der Dampf, der Dunst] Anm. d. Herausg.

[3]) Wir erinnern uns hier der poly-, meso- und oligonitrophilen Organismen Beijerinck's und der Poly-, Meso- und Oligosaprobien von Kolkwitz und Marsson (Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers. In: Mitteil. d. königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung, Berlin 1902, Heft 1 p. 46).



minimalen Wassergehaltes der Luft und einer gelegentlichen Befeuchtung durch Meteorwasser bedürfen, auch zeitweilig direkte Besonnung und mäßige Austrocknung ertragen, während sie durch längere Immersion und durch allzugroßen Lichtmangel geschädigt werden. Diese Formen leben meist auf stark geneigten bis senkrechten Flächen und scheinen sich autophytisch zu ernähren, da sie mit gelösten organischen Zersetzungsprodukten höchstens in rasch vorübergehender Weise in Berührung kommen [1]).

Polyatmophyten sind solche Arten, welche eines immer merklich feuchten Untergrundes sowie eines ständigen Schutzes gegen Insolation bedürfen und gegen Immersion weniger empfindlich sind. Derartige Algen pflegen nicht weit über den Boden aufzusteigen und bevorzugen minder geneigte bis horizontale Flächen, so daß das Meteorwasser samt den in ihm gelösten Zersetzuugsprodukten längere Zeit auf sie einwirken kann. Dem entsprechend scheinen sie auch zu einer mehr oder weniger saprophytischen Lebensweise befähigt zu sein.

Mesoatmophyten sind dann jene Formen, welche in biologischem Sinne zwischen den zwei vorgenannten Typen die Mitte halten.

Berücksichtigung der ökologischen Verhältnisse erleichtert wohl das Auffinden einer gewünschten Art; bei deren Bestimmung dürfen sie aber nicht allzuhoch eingeschätzt werden. Die Luftalgen treten nämlich nicht selten unter Verhältnissen auf, welche nach den sonstigen Erfahrungen für sie ganz ungeeignet [2]) erscheinen; ebenso finden wir Bestände zweier als biologisch different bekannter Formen oft nicht nur hart aneinander grenzend, sondern auch durcheinander gemischt.

Die Erklärung dieser scheinbar paradoxen Fälle ergibt sich einerseits aus der durch die Jahreszeiten und den verschiedenen Witterungscharakter aufeinander folgender Jahre resultierenden fortwährenden

---

[1]) Beijerinck, M. W. (Notiz über *Pleurococcus vulgaris*. in: Zentralbl. f. Bakteriol. usw. 1898 p. 786) glaubt sogar anfängliche Mißerfolge bei der Kultur von *Pleurococcus* (welchem?) auf die Gegenwart löslicher organischer Stoffe in den Kulturböden zurückführen zu müssen.

[2]) So findet man bisweilen Exemplare oder Gruppen von Luftalgen in Gewässern, in welche sie zufällig hineingeraten sind. Als Beispiel einer auf außergewöhnlicher trockener Unterlage erfolgten Entwicklung sah ich einst im Ammergebirge die noch ziemlich frische Ölfarbe einer Wegmarke vollständig von *Trentepohlia aurea* überzogen. [*Trentepohlia aurea* bevorzugt, wie ich mich wiederholt überzeugte, gerade solche mit Ölfarbe ausgeführte Wegmarkierungen als Besiedelungsstellen.] (Anm. des Herausgebers).

Veränderung der äußeren Bedingungen, andererseits aus der häufig so zähen Widerstandsfähigkeit ungünstigen Einflüssen gegenüber. Infolge dieser Ausdauer gehen benachteiligte Formen nicht sofort zugrunde, sondern das Vordringen anderer, den neuen Verhältnissen besser angepaßter Arten vollzieht sich so langsam, daß vorübergehend ein Stadium gleichmäßiger Vermischung zustande kommen kann.

Das Auftreten für die Lokalität neuer Formen läßt sich durchaus nicht immer durch seitliche Ausbreitung benachbarter Lager erklären, sondern diese Formen treten oft so sprunghaft auf, daß wir noch andere Ursachen suchen müssen. Für solche Fälle von Verbreitung der kleinen Algen wird seit EHRENBERG [1]) mit Vorliebe der Wind verantwortlich gemacht. Diese Verbreitungsweise scheint aber nur für einige wenige Grünalgen plausibel und zwar für die Flechtensymbionten [2]) *Chlorococcum sociable nob.* und vielleicht auch *Desmococcus vulg. nob.* Bei den meisten anderen Arten dürfte sie, wie ich schon früher in bezug auf *Trentepohlia* [3]) dargelegt habe, höchstens eine ausnahmsweise und zufällige Rolle spielen. Diese Organismen sind alle relativ schwer und ihre Vermehrungszellen haben abgerundete Formen mit glatter Oberfläche, so daß sie den Luftströmungen keine Angriffspunkte bieten; auch besitzen sie in lebenskräftigem Zustande eine etwas klebrige Beschaffenheit. Von den üppigsten grünen Anflügen ließen sich bei meinen Versuchen nur solche Zellen wegblasen, welche ein graues Aussehen hatten und bereits abgestorben zu sein schienen.

Dagegen ist nicht nur das Regenwasser geeignet, Thallusfregmente und besonders Zoosporen und Aplanosporen von höheren Stellen herabzuschwemmen oder auch durch Aufspritzen zu übertragen, sondern die zahlreichen Tiere, welche an Baumstämmen, Felsen und Mauern verkehren, erscheinen wohl befähigt, den Transport dieser kleinen Gebilde nach allen Richtungen hin zu betätigen. Zu Zeiten, in welcher deren Klebrigkeit durch Benetzung mit Tau oder

---

[1]) PUSCHKEREW (Arch. f. Protistenk. Bd. 28 1913 p. 323) vertritt die Ansicht, daß EHRENBERG durch fehlerhafte Methoden zu dieser Ansicht gekommen sei.

[2]) Die Flechten blättern bei lange anhaltender Trockenheit — ähnlich wie epilithische Cyanophyceen — öfters von der Unterlage ab und können dann als leichte Blättchen vom Winde entführt werden. Auf den höchsten Berggraten habe ich schon derartige Stücke im bitter schmeckenden Schmelzwasser von Schneeresten gefunden. Da nun fast alle Hochgebirgsflechten nach C. SCHRÖTER (l. c. p. 562) *Cystococcus humicola* (recte: *Chlorococcum sociabile* nob.) als Symbionten besitzen, kann jedenfalls diese Art auf solche Weise weithin verbreitet werden.

[3]) BRAND, F.: Über die Stiel- und Trichtersporangien der Algengattung *Trentepohlia*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1910 p. 88—89.



Regenwasser erhöht ist, müssen solche Tiere, welche mit scharfen Krallen klettern, wie Katzen, Marder, Eichhörnchen, Haselmäuse, Spechte, Meisen, Eidechsen und wohl auch größere Insekten solche Keime mit einer gewissen Notwendigkeit verschleppen [1]). Vielleicht sind auch Schnecken, welche bei anhaltend nassem Wetter an Baumstämmen usw. in die Höhe zu steigen pflegen, in ähnlichem Sinne tätig, und bei vorläufiger Untersuchung ohne Deckglas sah ich selbst ein Rädertierchen Algenzellen im Präparate herumschleppen.

Die luftbewohnenden Kryptogamen können nicht nur unter sich, sondern auch mit Wasseralgen vermengt werden. Wasserrinnen, Sicker- und Spritzwassergebiete, Pfützen usw. trocknen gelegentlich aus, und ihre naturgemäßen Bewohner erscheinen dann eine zeitlang als grüne Anflüge, ähnlich wie die Luftalgen [2]). Währenddessen siedeln sich oft Luftalgen an, und diese können dann nach Wiederkehr des Wassers noch eine zeitlang neben den neubelebten Wasseralgen vegetieren.

Nebstdem werden Wasseralgen bisweilen in ähnlicher Weise verschleppt, wie die Luftalgen. Auch an solchen Orten, welche

---

[1]) Solche Verschleppungen geschehen ausnahmsweise sogar absichtlich. Als ich einst eine Amsel verjagte, welche eine Freikultur von *Nostoc commune* schon teilweise aufgefressen hatte, nahm sie ein ansehnliches Thallusstück mit auf die Reise.

[2]) Hierzu brauchen die Wasseralgen nicht immer in abweichend gestaltete Dauerzustände überzugehen, sondern manche von ihnen können längere Trockenheit in vegetativem Zustande überstehen, wie Klebs (Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896, p. 374) speziell für *Conferva minor* festgestellt hat. [Es ist dies aber nur ein extremer Fall des so häufigen Verhaltens, daß ausgesprochen hydrophile Algen durch Abnahme des Wasserstandes „an der Luft", aber doch auf völlig feuchtem Boden als ganz durchfeuchtete Rasen, Watten, Häute weiter vegetieren. Von zahlreichen Schizophyceen abgesehen, beobachten wir dies besonders häufig bei Conjugaten (Spirogyren, Zygnemen, Mougeotien, die in diesem Zustande häufig stärkere Schleimabsonderung zeigen, mitunter dabei auch conjugieren), *Oedogonium* plur. sp., *Conferva* (*Tribonema*) *bombycina* und nächsten Verwandten, *Microspora* plur. sp., besonders bei *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Cladophora fracta* und *crispata* u. a.]*). Besonders angepaßt ist *Zygogonium ericetorum*, für das schon de Bary 1858 (Conjugaten p. 80) Übergänge zwischen der Wasser- und Landform angibt. [Hier ist es gerade die recht abweichende Landform, die nie conjugiert.]*) Ein solches Verhalten ist aber von einer atmophytischen Lebensweise weit verschieden. Tatsachen, welche für die Existenz von „amphibischen" Chlorophyceen sprächen, d. h. solcher, die besondere Wasser- und Landformen bilden, oder solcher, welche ihren ganzen Entwicklungsgang sowohl an der Luft als im Wasser vollenden können, sind mir aber nicht bekannt [*Dactylococcus? Rhizoclonium?*]*).

---

*) Einschaltungen des Herausgebers (z. T. für einige Auslassungszeichen des Verf.) in eckigen Klammern [— —].



niemals mit terrestrem Wasser in Berührung gekommen sein konnten, habe ich bei andauerndem Regenwetter schon mehrmals lebende Fäden hydrophiler Conjugaten und Fragmente von *Stigeoclonium* sp. gefunden; ferner an einer senkrechten Nagelfluhwand des Isartales Cysten von *Euglena* spec. und schließlich auf der Seitenfläche eines für gewöhnlich trockenen Tuffblocks sogar einen kleinen aber wohl erhaltenen *Batrachospermum*-Thallus. Zur Zeit dieses Fundes und schon längere Zeit vorher hatte ich überhaupt keine Wasseralgen eingesammelt, so daß das *Batrachospermum* nicht durch einen Zufall in meine Aufsammlung geraten sein, sondern nur aus der Gesellschaft der Felsalgen stammen konnte. Die Alge ist jedenfalls aus einer benachbarten Quelle, in welcher sie damals reichlich vegetierte, durch irgendein Lebewesen auf das zu jener Zeit andauernd regenfeuchte Gestein übertragen worden.

Beobachtung des reichen Tierlebens, welches sich mit Tagesanbruch an Gewässern entfaltet, zeigt, daß mancherlei Geschöpfe zwischen Wasser und Land verkehren. Wildenten, Eisvögel Wasseramseln und andere nur badende Vögel [1]), dann Wasserratten, Frösche, Ringelnattern [2]), und selbst größere Insekten [3]) dürften so gelegentlich Fragmente oder Keimzellen von Wasseralgen auf das Land überführen.

Nebst der Tätigkeit der Tiere kann auch Übertragung durch Menschenhand in Frage kommen. In Straßen, welche regelmäßig mit Leitungswasser besprengt werden, findet man z. B. am Grunde der Mauern unter aërophytischen Formen öfters auch Spuren von *Stigeoclonium*, *Conferva*, Conjugaten, Flagellaten u. a. Wasseralgen.

Die aufs Trockene geratenen Hydrophyten nehmen mit der Zeit ein kränkliches Aussehen an. Schlechter Zustand einer auf dem Lande gefundenen Ansiedelung genügt jedoch für sich allein noch nicht, um sie als hydrophytisch zu verdächtigen. Durch den häufigen

---

[1]) Der Zoologe Guerne (Compt. rend. hebd. de la Soc. de Biol. T. 5 Sér. 8, Paris 1888) hat festgestellt, daß Wasservögel oft an ihren Füßen nebst Protozoencysten auch Spuren niederer Algen tragen, und mehrere Botaniker, wie Wille, Boergesen und Borge haben die Zugvögel als Vermittler der Algenwanderung anerkannt.

[2]) *Tropidonotus natrix* besteigt, wie Verf. dieses sich selbst überzeugen konnte, bisweilen sogar niedere Baumäste.

[3]) Migula, W. (Die Verbreitungsweise der Algen. in: Biol. Zentralbl. Bd. 8 1889) fand die meisten Exemplare von 6 Wasserkäferarten mit 1—3 Algenarten behaftet. Da diese Tiere des Nachts von Wasser zu Wasser fliegen, geraten sie öfters auch aufs Trockene; ihre Larven suchen zur Verpuppung sogar regelmäßig das Land auf. Auch die Larven der großen Libellenarten kommen wohl in Betracht, da sie zur Metamorphose am Ufer hinaufzuklettern pflegen, wo ich denn ihre abgestreiften Häute schon in 1—2 m Höhe gefunden habe.

und oft sehr schroffen Wechsel der Außenverhältnisse ist den Luftalgen ein schwerer Kampf ums Dasein auferlegt, und man findet deshalb auch in rein atmophytischen Beständen nicht selten viel abgestorbenes oder in Aussehen und Struktur erheblich verändertes Material.

Aus einer Zusammenfassung aller in Vorstehendem erörterten Verhältnisse erklärt es sich, daß man wohl bisweilen reine[1]) Präparate erhalten kann, aber kaum jemals einen Anflug findet, welcher durchaus nur eine einzige Art enthielte. Auch scheinbar reinen Beständen sind vielmehr fast immer differente Arten, wenn auch nur in vereinzelten[2]) Exemplaren beigemischt.

Im allgemeinen kann man sagen, daß reichlich entwickelte Auflagerungen homogener zu sein pflegen, als ärmliche, dünne Anflüge. In letzterem Falle scheint aber der Wohnort keinem der Pioniere zu behagen, so daß mehrere Formen nebeneinander ein kümmerliches Dasein führen[3]), während im ersteren Falle die gegebenen Lebensbedingungen einer oder zweien der angesiedelten Arten gestattet haben, sich auf Kosten der für diese Verhältnisse weniger geeigneten Konkurrenten zu vermehren. Einen solchen Kampf haben die Algen nicht nur unter sich, sondern auch mit fremdartigen Angrenzern auszufechten. So konnte ich z. B. wiederholt beobachten, daß *Pleurococcus vulgaris* MENEGH. im Laufe einiger Jahre von benachbarten Moosbeständen vollständig verdrängt worden war.

Der biologische Charakter der verschiedenen Arten läßt sich natürlich nicht an Einzelfällen entscheiden, sondern kann nur durch oft wiederholte vergleichende Untersuchung einer großen Anzahl von Anflügen und fortgesetzte Beobachtung ihrer Wohnorte festgestellt

---

[1]) Absolut reine Bestände kommen im Freien überhaupt nicht vor. In folgendem sollen solche Lager als rein bzw. halbrein bezeichnet werden, in welchen keine oder keine erhebliche Beimischung von anderen Grünalgen nachzuweisen ist. Aber auch in diesem beschränkten Sinne können wir die Koexistenz fremder Elemente niemals mit voller Sicherheit ausschließen. Es finden sich nämlich unter allen Umständen einzelne abweichende Zellexemplare, von welchen nicht festzustellen ist, ob sie individuelle Abnormitäten oder Repräsentanten einer anderen Art darstellen.

[2]) Durch die Präparation werden die Zellen natürlich noch mehr zerstreut als in der Natur, wo die Arten immer wenigstens kleine Gruppen bilden dürften.

[3]) In analoger Weise verhalten sich gewisse Cyanophyceen, indem, wie ich schon an anderer Stelle [Der Formenkreis von *Gloeocapsa alpina*, 1900, Botan. Centralbl. Bd. 83) mitgeteilt habe, die angewitterte Oberfläche unseres an sich weißen Algenkalkes einen blaugrauen Farbenton annimmt, welcher durch eine Mischung von spärlicher *Gloeocapsa alpina* mit mangelhaft entwickelten Spuren verschiedener anderer Blaualgen entsteht.



werden, indem sich nur auf diese Weise ergibt, unter welchen Verhältnissen eine Art am besten gedeiht und ausdauert. Auf diesem Wege hat sich nun gezeigt, daß die grünen Algenanflüge nicht immer auf „feuchten“ Mauern usw. sitzen, sondern daß die Hauptmasse der in folgendem zu besprechenden Algen vielmehr auf Unterlagen vegetiert, welche den größten Teil des Jahres hindurch ganz oder nahezu trocken sind.

Bezüglich der Anzahl der hier in Frage kommenden Algenarten ist zu bemerken, daß zwei oligoatmophytischen Formen eine größere Anzahl von Meso- und Polyatmophyten gegenüber steht. Hieraus, sowie aus dem Umstande, daß die Verbreitung dieser Organismen sich leichter von oben nach unten, als in umgekehrter Richtung betätigt, sowie daß die oligo- und mesoatmophytischen Formen sich auch unter polyatmophytischen Bedingungen längere Zeit hindurch erhalten können, erklärt sich die Tatsache, daß an höher gelegenen, vorwiegend trockenen Wohnorten die relativ homogensten Lager vorkommen, während ihre Zusammensetzung gegen den Boden zu mannigfaltiger zu werden pflegt.

II. Die protopleurococcoiden Algen.

Unter vorstehender Bezeichnung fasse ich folgende fünf luftlebende Arten zusammen: *Chlorococcum murorum* GREV., *Chl. sociabile* n. sp. *Desmococcus vulgaris* (NÄG.) n. gen. et n. comb, *Apatococcus vulgaris* n. gen. et spec. und *Pleurococcus vulgaris* MENEGH.

Da diese teils in engerem, teils in weiterem Sinne einzelligen oder auch mehrzelligen Arten vier Gattungen und drei verschiedenen Familien angehören, können sie natürlich keine systematische Gruppe bilden, sondern es soll durch ihre Zusammenstellung nur auf gewisse Beziehungen hingewiesen werden, in welchen sie infolge einer gewissen Ähnlichkeit der äußeren Erscheinung und Lebensweise, sowie insbesondere aus historischen Gründen zueinander stehen. Sie repräsentieren nämlich die Hauptmenge jener Organismen, welche je nach ihrem zeitweiligen Zustande ursprünglich teils als *Protococcus*, teils als *Pleurococcus* bezeichnet worden sind. Einige weitere Grünalgen, von welchen das wegen ihres versteckten Lebens oder seltenen Vorkommens nicht so sicher anzunehmen ist, sollen erst im elften Abschnitte als gelegentliche „Begleiter“ oder Angrenzer der Protopleurococcoiden besprochen werden. [Siehe Vorwort. Anm. d. Herausg.]

In der Form stimmen sie alle soweit überein, daß sie entweder immer rundliche bis ovale Einzelzellen darstellen, oder doch zu Zeiten in solche zerfallen, daß sie normalerweise niemals eine erhebliche

Gallerthülle besitzen und vorzugsweise befähigt sind, größere und ausdauernde, annäherungsweise reine Lager zu bilden.

In bezug auf die Lebensbedürfnisse dieser durchaus typisch atmophytischen Algen bestehen zwischen den einzelnen Formen nur graduelle Unterschiede, so daß ihre speziellen Gebiete nicht nur unmittelbar aneinander stoßen, sondern auch in einander greifen und so unter Umständen einen zusammenhängenden biologischen Verein[1]) bilden können, wenn dieser Fall auch tatsächlich nur selten eintritt. Auf diesem Gesamtbetriebe beherrscht *Apatococcus vulgaris* als die dem Luftleben am vollständigsten angepaßte oligoatmophytische Form die oberste Zone, hierauf folgt das gleichfalls noch als oligoatmophytisch zu erachtende *Chlorococcum sociabile*, während sich nach unten die mesoatmophytischen Arten *Chlorococcum murorum* Grev. und *Desmococcus vulg. nob.* mit einem in dieser Reihenfolge zunehmenden Feuchtigkeitsbedürfnisse anschließen und der polyatmophytische *Pleurococcus vulgaris* sich nicht weit über den Boden zu erheben pflegt.

Soweit meine Beobachtungen reichen, finden sich die häufigsten und am besten entwickelten Anflüge von protopleurococcoiden Algen in gut bewässerten und mit zerstreutem[2]) Baumwuchse versehenen Gegenden, besonders in Fluß- und Bachtälern sowie in der Umgebung von Seen und Sümpfen[3]) der Ebene und des Hügellandes, wobei

---

[1]) Warming, E. (Dansk Plantevaext 1906 p. 134—135) bezeichnet einen Bestandteil der dänischen Strandvegetation, welcher nebst einem nicht näher beschriebenen „*Pleurococcus*" auch *Spirulina* und *Enteromorpha* enthält, als *Pleurococcus*-Assoziation. Dieser submarine Verein steht zu unserer Gruppe natürlich in keiner Beziehung. Dagegen dürften in der *Chlorina*-Facies von F. A. Schade (Pflanzenökologische Studien an den Felswänden der sächsischen Schweiz. in: Engler's Bot. Jahrb. 1913 p. 135), welche unter anderem *Chlorococcum sociabile* zu enthalten scheint, und noch wahrscheinlicher im *Pleurococcetum* von B. Schorler (Die Algenvegetation an den Felswänden des Elbsandsteingebirges. in: Abh. d. naturwiss. Ges. Isis 1914 Heft 1), welches als grüner staubartiger Anflug auch einen *Pleurococcus* einschließt, einige Mitglieder unserer Gruppe enthalten sein, und zwar gleichviel, ob dem Verf. der echte *Pl. vulgaris* oder eine homonyme Form vorgelegen ist.

[2]) In geschlossenen Wäldern herrschen, insoweit nicht größere Lücken des Laubdaches an einzelnen Stellen mehr Licht durchlassen, andere Organismen vor: besonders Moose, Lebermoose und Flechten.

[3]) Auch die Nähe von Wasserstürzen ist schon als günstiges Moment angegeben worden. Zu dieser an sich richtigen Angabe ist aber einschränkend zu bemerken, daß sie nur für eine gewisse Entfernung zutrifft. Im Bereiche des sinnfälligen Wasserstaubes habe ich noch keine grünen Luftalgen gefunden, ja nicht einmal Flechten, sondern nebst Wasserformen und gewissen Cyanophyceen nur Moose und Lebermoose.



Pleurococcus vulg. Menegh. montane und subalpine Gebiete vorzuziehen scheint. Bisweilen genügt schon die Nähe eines laufenden Brunnens, um einzelne Arten zur Ansiedelung einzuladen.

Die dünne und lebhaft bewegte Luft der Hochgebirge scheint unserer Gruppe aber weniger zu behagen, denn makroskopisch erkennbare Lager ihrer Formen finden sich mit erheblicher Zunahme der Meereshöhe immer seltener. Von beiläufig 700 m an aufwärts bestehen die an Bäumen, Felsen usw. mit freiem Auge bemerkbaren grünen Flecken fast ausschließlich aus kleinen Moosen, Lebermoosen oder Flechten. *Apatococcus vulg.* scheint die angegebene Höhe überhaupt nicht zu überschreiten; meso- und polyatmophylische Formen steigen aber, teils vereinzelt unter anderen Organismen, seltener als kleine freie Bestände an besonders gut geschützten Stellen auch in höhere Regionen auf. So habe ich z. B. *Desmococcus vulg.* zwischen Trümmergestein des Hochbogens (bayr. Wald) in einer Meereshöhe von 900 m und *Pleurococcus vulg.* Menegh. in einem Felswinkel des Wendelsteinkamins sogar bei 1800 m Höhe aufgefunden. *Chlorococcum sociabile* dagegen erreicht, zwar nicht in selbständigen Lagern, aber als Symbiont von Flechten oder als Bestandteil von Sorèdien regelmäßig die höchsten Bergregionen.

Bezüglich der Unterlage sind diese Algen nicht sehr wählerisch. Auf dem Erboden finden sich nur ausnahmsweise Spuren von ihnen, dagegen können sie sowohl auf Rinde, Holzwerk, Knochen und andere organischen Substanzen wie auch auf Gestein wachsen, eine Art sogar auf Eisen. Es ist jedoch zu bemerken, daß niemals blanke, sondern nur etwas rauhe und angewitterte, eventuell verrostete oder auch mit altem Farbanstriche versehene Flächen besiedelt werden.

Die Beobachtung von Reinsch [1]), welcher im mittleren Franken abfärbende grüne Anflüge nur auf Dolomit gefunden hat, niemals aber auf Jurakalk, dürfte sich mehr aus der physikalischen als aus der chemischen Beschaffenheit dieser Minerale erklären. In analoger Weise werden nämlich in allen Gegenden rauhe Ziegelsteine, Sandsteine, Dolomit und Nagelfluhfelsen leichter besiedelt als die glatten Oberflächen des Alpenkalkes.

Sodann ist auch die Porosität der Gesteine zu berücksichtigen. Man darf nicht jeden harten mineralischen Untergrund für absolut trocken halten; am wenigsten dann, wenn er eine stark geneigte

[1]) Reinsch, P.: Algenflora des mittleren Teiles von Franken. Nürnberg 1867, p. 55.



bis senkrechte Fläche darstellt welche, wie Felswände, Terrassen- und Stützmauern, einen feuchten Hintergrund besitzt. Solche Flächen pflegen immer mehr oder weniger „bergfeucht“ [1]) zu sein, wenn sie auch trockenes Aussehen haben und sind dadurch wenigstens vor allzugroßer Erwärmung bewahrt.

Schließlich kommt noch der Umstand in Betracht, daß gute Wärmeleiter, wie Granit und insbesondere Eisen gelegentlich der nächtlichen Wärmestrahlung sowie unter dem Einflusse feuchtwarmer Luftströmungen den ansitzenden Algen kondensierten Wasserdampf zuführen können.

Auf allen Unterlagen entfalten die Protopleurococcoiden ihre lebhafte Vegetationstätigkeit bei kühlem bis mäßig kaltem, etwas feuchten und namentlich bei nebeligem Wetter, während sie bei sehr lange andauernder Wärme und Trockenheit, auch wenn diese zeitweise von Regengüssen unterbrochen wird, ebenso zurückgehen, wie bei endlosem Regenwetter.

Betreffs der geographischen Verbreitung der Protopleurococcoiden beruhen meine persönlichen Beobachtungen auf lebendem Material [2]) aus Südtirol, dem Schwarzwald, den bayerischen Alpen nebst Vorbergen und der vorliegenden Hochebene, dem Donautale, bayerischen Walde und Fichtelgebirge, sowie aus Süd-Schweden. In allen diesen Gebieten scheint sich unsere Gruppe in der Hauptsache übereinstimmend zu verhalten.

Weniger zuverlässigen Aufschluß gibt die Literatur, weil die Autoren ihre Formen in der Regel nicht beschrieben haben, so daß man sich über deren Natur kein eigenes Urteil bilden kann. Immerhin können wir annehmen, daß die Angabe „*Pleurococcus vulgaris*“ unsere Gruppen signalisiert. Diese Angabe findet sich nun in floristischen

---

[1]) Schade, F. A. (Pflanzenökologische Studien an den Felswänden der sächsischen Schweiz. in: Engler's Jahrb. f. Pflanzengesch. Bd. 48, 1913, p. 182) hat gefunden, daß der Elbesandstein an beschatteten Felswänden bis zu 12 Proz. Wasser enthalten kann, und an besonnten und gegen Regen geschützten Stellen gewöhnlich noch 0,20—0,40 Proz. Daß auch andere mineralische Stoffe imbibitionsfähiger sind als man erwarten möchte, zeigte sich an harten Schamotteplättchen, welche ich zu Kulturzwecken einige Zeit in Wasser gelegt hatte, indem diese nach äußerlicher Abtrocknung dem ursprünglichen Zustande gegenüber eine Gewichtszunahme von 18 Proz. aufwiesen.

[2]) Das zumeist vom Verf. selbst eingesammelte Material wurde in dankenswerter Weise durch gütige Einsendungen von den Herren Dr. O. Borge in Stockholm und Dr. W. Pfaff in Bozen ergänzt.



Zusammenstellungen aus vielen Gegenden mit gemäßigtem und kälterem Klima, ja selbst aus dem Polarkreise [1]).

Andererseits ist die südlichste Gegend, in welcher bisher solche Algen sicher festgestellt sind, das Alpenvorland bei Turin, wo MENEGHINI seinen *Pleurococcus vulgaris* entdeckt hat. Aus wärmeren Zonen liegen nur unsichere [2]) Angaben vor, oder es wird sogar das Fehlen [3]) pleurococcusähnlicher Luftalgen ausdrücklich festgestellt.

Aus alledem scheint hervorzugehen, daß der echte *Pleurococcus* und Genossen nicht — der geläufigen Annahme entsprechend — Ubiquisten sind, sondern daß sie in Übereinstimmung mit ihrem oben angedeuteten biologischen Verhalten, nur den gemäßigten und kalten Zonen angehören.

Ähnlich dürften die Verhältnisse auch für jene weiteren grünen Luftalgen liegen, welche oben als Gesellschafter der Protopleurococcoiden genannt wurden. Diese sind meist polyatmophytischer Natur, leben mit Vorliebe in der Nähe des Bodens, steigen aber an bergfeuchten Felsen und Mauern auch weiter empor.

---

[1]) Vgl. BORGE, O.: Süßwasseralgen aus Franz-Josephs-Land, 1899 p. 759; derselbe: Süßwasseralgen Spitzbergens, Kristiania 1911 Videnskapsselskapets Skrifter p. 24; ferner: BÖRGESEN, F.: Freshwater-Algae from the Danmark Expedition to Nord-East Greenland 1910 Meddeleser om Groenland XLIII p. 88. In letzterem Falle saß eine *Pleurococcus*-ähnliche Alge auf Knochen, während CARLSON (Süßwasseralgen aus der Antarktis usw. Stockholm in: Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen Südpolar-Expedition 1901—1903 Bd. 4, Lieferung 14, 1913 p. 48) von einem „*Pleurococcus vulgaris*“ berichtet, welcher auf der Nelson- und einer Falklands-Insel auf Schnee bzw. in Tropfwasser gefunden wurde.

[2]) So erwähnt z. B. K. BOHLIN (Algen der ersten Regnell'schen Expedition. in: Bihang tit K. Svenska Vet. Acad. Handlingar 1897 p. 12) eines in Paraguay „in foliis Myrsines umbellatae“ gefundenen „*Pleurococcus vulgaris*“. Unsere Protopleurococcoiden wachsen wohl gelegentlich auf Nadeln, aber niemals in oder auf Blättern. Ferner führt G. S. WEST (West Indian Freshwater-Algae, Journ. of Bot. 1904 p. 287) den aerophilen „*Pleurococcus vulgaris*“ ohne nähere ökologische Angabe unter westindischen Wasseralgen an, sodann eine *Pl. Kützingii* benannte neue Species, welche durch ihr Zusammenleben mit einer *Lyngbya* ebenfalls von unseren Formen abweicht.

[3]) FRITSCH, F. E. (A general consideration of the subaërial and fresh-water algae flora of Ceylon. in: Proceedings of the Royal Soc. Bot. Vol. 79 1907 p. 203) überzeugte sich, daß in Ceylon grüne Luftalgen fast ganz fehlen und durch Cyanophyceen ersetzt sind; an anderer Stelle (The subaërial and fresh-water algal flora of the Tropics. Ann. of Bot. Vol. 21 No. 82 1907) berichtet der Autor an der Hand der Literatur, daß auch in anderen Tropengegenden grüne Luftalgen selten vorkämen, und daß z. B. nach LEMMERMANN auf den Sandwich-Inseln noch kein *Pleurococcus* gefunden worden ist, und macht zugleich darauf aufmerksam, daß auch die in feuchten Warmhäusern auftretende Luftalgenvegetation fast ausschließlich aus Cyanophyceen bestehe.



Während es im allgemeinen nicht allzu schwierig ist, ausgebildete Zustände chlorophyllgrüner Begleiter unter sich und von den Bestandteilen unserer Gruppe zu unterscheiden, war das in bezug auf deren coccoide Vermehrungszellen sowie auf die einzelnen Arten der Protopleurococcoiden bisher geradezu unmöglich. Die Einzelzellen, welche hier in Frage kommen, sowie auch junge Familien und Thallome sind einander oft an Größe und Form so ähnlich, daß sie nach äußeren Merkmalen kaum zu unterscheiden sind. Zugleich besitzen sie, wie später des näheren ausgeführt werden soll, eine so ausgesprochene Veränderlichkeit des ohnehin oft schwer definierbaren Inhalts, daß die bisher in der Literatur niedergelegten kurzen Beschreibungen und spärlichen Abbildungen in der Regel um so weniger zur Wiedererkennung der von den Autoren gesehenen Algen genügen, als vielfach ein durch Eintrocknung oder Kultur verändertes Material benützt worden ist. Ein solches Material hat aber nicht nur bei den Algen überhaupt schon mancherlei Irrungen veranlaßt, sondern ist speziell für die Beurteilung der kleinen Grünalgen vollständig ungeeignet. Jedenfalls ist zum Zwecke grundlegender Untersuchungen hier sofortige Bearbeitung frisch eingesammelter Exemplare erforderlich.

Unter diesen Umständen konnte das vom Verf. dieses bei jeder neuen einschlägigen Publikation anderer Autoren wieder aufgenommene vergleichende Studium der Literatur nicht zum Ziele führen. Auch die schon vor Jahren begonnenen selbständigen Untersuchungen ergaben lange Zeit hindurch kein befriedigendes Resultat, so daß sie schließlich als aussichtslos zurückgestellt wurden. Als aber bei Gelegenheit meine Beschäftigung mit *Porphyridium cruentum* [1]) die von anderer Seite vermuteten Beziehungen dieser Alge zu gewissen einzelligen Schizophyceen zu prüfen waren, fanden sich doch einige Anhaltspunkte, welche zur Wiederaufnahme der abgebrochenen Arbeit ermutigten und zu der Hoffnung berechtigten, daß es möglich sein werde, vermittels anderer, bisher noch nicht angewendeter Methoden die in den grünen Anflügen vorhandenen Algenarten voneinander zu unterscheiden und in unverkennbarer Weise darzustellen.

Zu diesem Zwecke wurde zuerst im Laufe mehrerer Jahre eine planmäßige Naturbeobachtung durchgeführt. Schon dieses

[1]) Brand, F.: Über das Chromatophor usw. der Blutalge, und: Weitere Bemerkungen über *Porphyridium cruentum*. in: Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1908 p. 413f. und 540f. Ferner Brand, F.: Über die Beurteilung des Zellbaues kleiner Algen mit besonderem Hinweis auf *Porphyridium cruentum* Naeg. Ibid. 1917 p. 454f.



Verfahren könnte man in Anwendung auf unsere Algen als neu bezeichnen, weil die Beobachtung ihres freien Lebens bisher zugunsten sog. Reinkulturen und anderer Laboratoriumsexperimente betrüblich vernachlässigt worden war.

Ganz außerhalb der von früheren Algologen gebahnten Wege liegt aber ein anderes Verfahren, welches schließlich zu einer festen Abgrenzung verschiedener Formen geführt hat, nämlich die **Lebend-Schnellfärbung**.

Von diesen Methoden soll in den zwei nächsten Abschnitten die Rede sein. Das 5. u. 6. Kapitel werden dann eine Übersicht über äußere Gestaltung und inneren Bau der Protopleurococcoiden und ihrer chlorophyllgrünen Begleiter geben. Die weiteren Abschnitte sind der Geschichte und Beschreibung der Gattungen und Arten gewidmet.

III. Beobachtung in Natur und Kultur.

Daß die Pflanzen sich im regelmäßigen Laufe ihres Entwicklungsganges sowie auch unter dem Einflusse äußerer Verhältnisse verändern können, liegt bei den größeren Formen so offen zutage, daß man hierüber niemals im Zweifel war. Ganz anders gestaltet sich die Frage aber bei den mikroskopischen Organismen, deren verborgenes Leben nur schwer zu kontrollieren ist.

Manche Botaniker hielten deshalb speziell unsere kleinen Grünalgen für nahezu stereotyp unveränderlich und glaubten, sie mit wenigen Worten charakterisieren zu können, während andere Antoren in das entgegengesetzte Extrem verfielen und als „Polymorphisten“ alles in alles übergehen ließen.

Das nächstliegende Verfahren zur Entscheidung dieses Widerstreits der Meinungen dürfte nun jenes sein, welches bei den makroskopischen Pflanzen Aufklärung gebracht hat, nämlich die fortgesetzte direkte Naturbeobachtung. Diese erfordert allerdings hier einen unverhältnismäßig großen Aufwand an Zeit und Mühe und ist wohl deshalb bisher noch nicht konsequent durchgeführt worden.

Bei Beschreitung dieses Weges handelt es sich in erster Linie darum, gut entwickelte und möglichst reine Bestände aufzufinden. Zu diesem Zwecke führte ich ständig einen Satz sehr kleiner etikettierter Gläschen bei mir, um von jedem Anfluge, an welchem der Weg zufällig vorbeiführte, eine Probe abnehmen und mit Zeit und Ort der Aufsammlung bezeichnen zu können. Auf diese Weise ergab sich ohne übermäßigen Zeitverlust nicht nur ein vorläufiger Überblick über alle Luftformen, sondern es konnten auch die zur

dauernden Beobachtung geeigneten Bestände ausgewählt werden. An letzteren wurde je eine Stelle markiert, um genau von demselben Punkt zu allen Jahreszeiten mikroskopische Proben entnehmen zu können. Diese wurden immer möglichst bald untersucht, um sie in vollständig intaktem Zustande kennen zu lernen.

Da die Luftalgen fester an ihren Wohnort gebunden sind als die Wasseralgen, und auch ihre Vermehrungszellen nicht so leicht zerstreut werden, ergab die fortgesetzte Kontrolle mancherlei Aufschlüsse. Sie zeigte nicht nur die äußeren Modifikationen, welche der ganze Bestand erlitt, sondern auch die Veränderungen, welche im Inhalte der einzelnen Zellen stattfanden, und eventuell die Bildung von Sporen oder Aplanosporen.

Ein weiteres Ergebnis dieser Naturbeobachtungen bestand in Feststellung der Tatsache, daß gewisse Entwicklungszustände an einzelnen Beständen auch in jahrelanger Beobachtung nicht zu finden waren, während sie an anderen Beständen derselben Alge eintraten. Am auffälligsten zeigte sich solches an *Pleurococcus vulg.* Menegh., indem diese Art große und etwas verzweigte Thallome nur auf vegetabilischer Unterlage zur Ausbildung brachte, während sie auf Gestein kaum über das coccoide Stadium hinauskam. [Hier findet sich im Manuskripte mit Bleistift die Randbemerkung beigefügt: „Auf einen derartigen Bestand hat Petersen seinen *Pleuroc.* „*calcarius*" begründet". (Boye-Petersen I. 1915, Studier over Danske aerofile Alger. kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter J. R. Afd. XII. 7.) Zusatz des Herausgebers.]

Zur Prüfung der Zusammengehörigkeit der verschiedenen Elemente, welche sich in einem Lager finden, ist bei den mehrzelligen, sowie auch bei den mit Wandteilung ausgestatteten, in weiterem Sinne einzelligen Formen der Umstand sehr hilfreich, daß die typischen Veränderungen nicht immer an allen Teilen einer Familie oder eines Thalloms gleichzeitig auftreten. Man findet infolgedessen meist verschiedene Entwicklungsstufen oder Zustände in organischem Zusammenhange, so daß dann über die Zusammengehörigkeit dieser Modifikationen kein Zweifel aufkommen kann.

Bei den streng einzelligen Algen war man aber bisher auf den lückenlosen Nachweis aller Übergangsformen angewiesen. Resultate. welche nur auf diesem Wege gewonnen wurden, lassen jedoch immer, eine Nachprüfung durch Farbstoffe und Reagentien wünschenswert erscheinen. Aber auch mit Hilfe der letzteren gelang es nicht immer die Bedeutung aller in einem Bestande vorhandenen Elemente sofort festzustellen. Gewisse zweifelhafte Formen wurden dann vorläufig

in Beschreibung und Bild festgelegt, um geduldig die Auffindung eines anderen Lagers abzuwarten, in welchem sie in so großer Anzahl vorhanden waren, daß sich entscheiden ließ, ob und welcher anderen Art sie angehörten.

Statt frischer Aufsammlungen muß man unter Umständen, wenn z. B. der Fundort sehr entlegen ist, auch eine kurze Zeit hindurch kultiviertes Material verwenden. Innerhalb einiger Tage sind keine wesentlichen Änderungen zu befürchten, wenn samt der natürlichen Unterlage eingesetzte Algen vor Besonnung, Erwärmung und vollständiger Austrocknung geschützt und nicht vollständig von der äußeren Luft abgeschlossen werden.

Dagegen ist es eine bekannte, aber nicht immer nach Gebühr gewürdigte Tatsache, daß bei längerer Dauer der Kultur immer pathologische Veränderungen oder monströse Deformierungen zu befürchten sind [1]). Speziellere diesbezügliche Angaben sollen bei Besprechung des Zellbaues folgen; hier möge nur eine allgemeine Bemerkung am Platze sein.

MIGULA [2]) sagt: „Werden die Algen im Zimmer kultiviert, so zeigt sich nach wenig Wochen, daß sie, obwohl gesund und lebensfähig, doch ein verändertes Aussehen haben, als an dem ursprünglichen Standorte im Freien". Woher wissen wir nun, daß eine Kultur trotz ihres veränderten Aussehens tatsächlich gesund ist? Gleichsam als Beweis für den tadellosen Zustand finden wir öfters die Angabe, daß die Kultur „ein schön grünes Aussehen" gehabt habe. Es ist deshalb ein Umstand hervorzuheben, welcher zwar gelegentlich schon angedeutet, aber noch nicht allgemein beachtet wurde. Trotz des schön grünen, scheinbar normalen makroskopischen Aussehens enthüllt das Mikroskop nämlich nicht selten eine ganz ungeahnte, erhebliche Deformierung des Zellinhalts.

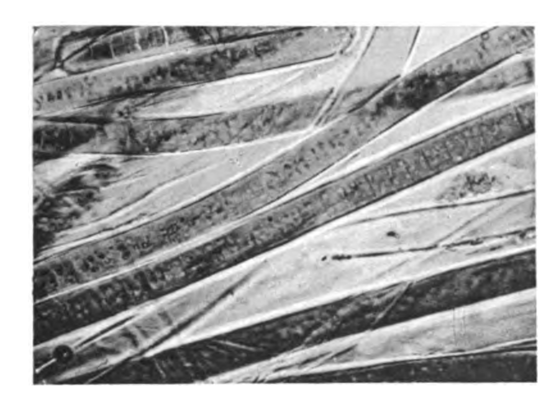
In anderen Fällen zeigen sich zwar keine so auffallenden Veränderungen; aber bei einem Versuche mit der im nächsten Abschnitte zu besprechenden Lebend-Schnellfärbung stellt sich heraus, daß das Protoplasma vieler Zellen seine normale Widerstandsfähigkeit gegen

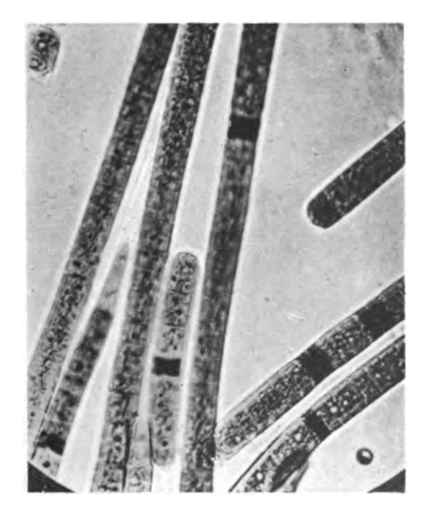
---

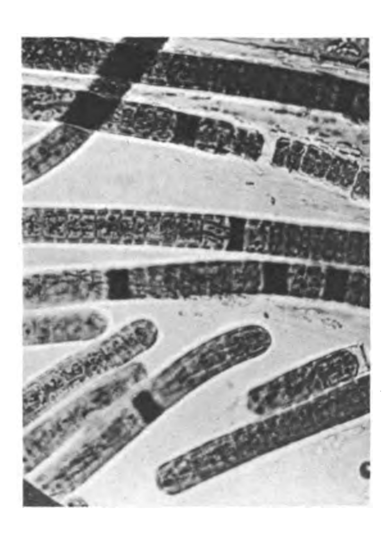
1) Hiermit soll nicht gesagt sein, daß solche Schädigungen immer in einer bestimmten Frist eintreten müssen, denn bisweilen hält sich die eine oder andere Art sogar in vernachlässigten Kulturen ziemlich lange ohne auffallende Veränderung; man kann sich aber niemals sicher darauf verlassen. Ferner sind nicht alle „Kulturveränderungen" eigentlich spezifische Erscheinungen, sondern es können solche, allerdings mehr vereinzelt, auch an freilebenden Algen auftreten.

2) MIGULA, W.: Über den Einfluß sehr verdünnter Säurelösungen auf Algenzellen. Breslau 1888, p. 1.





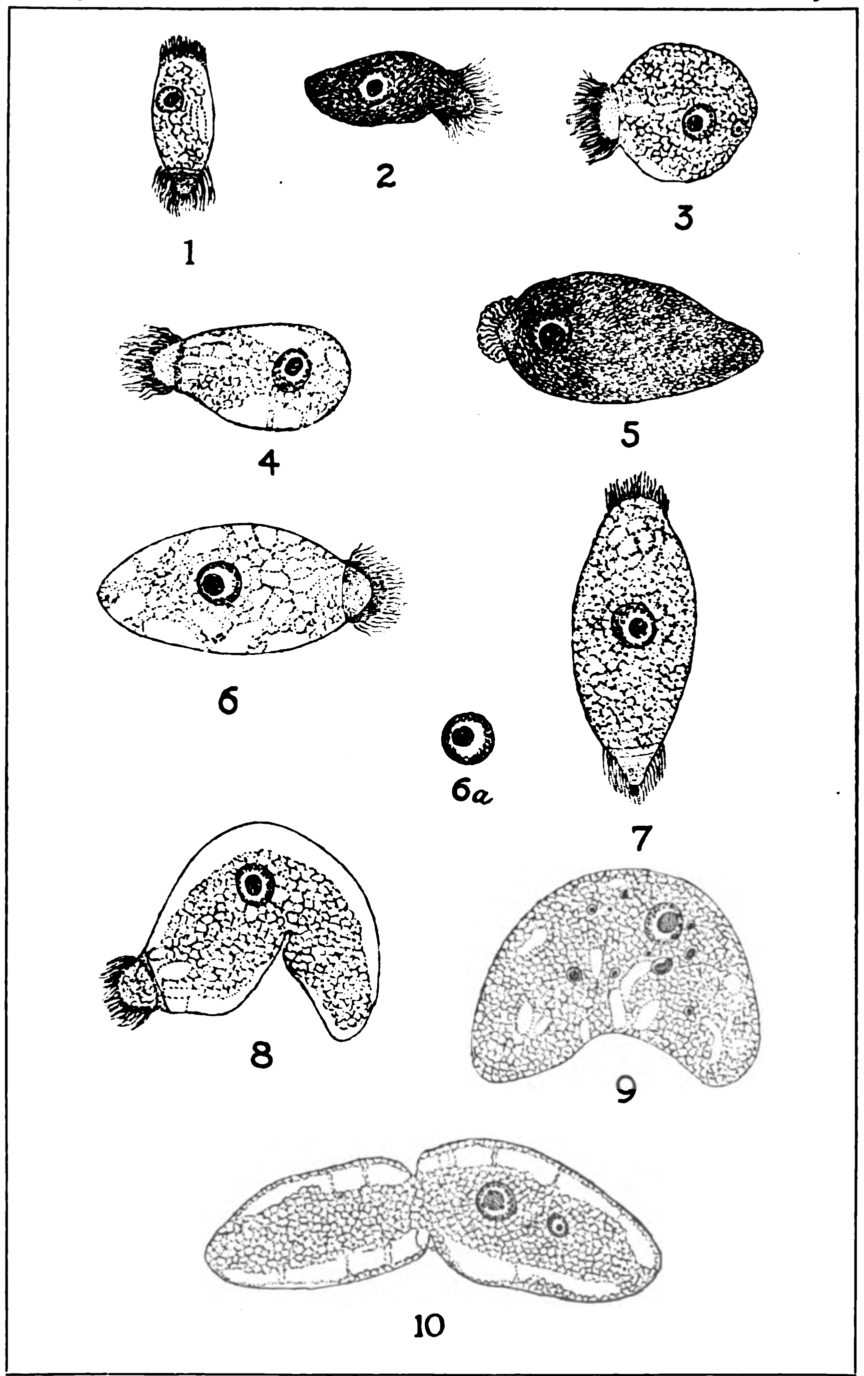




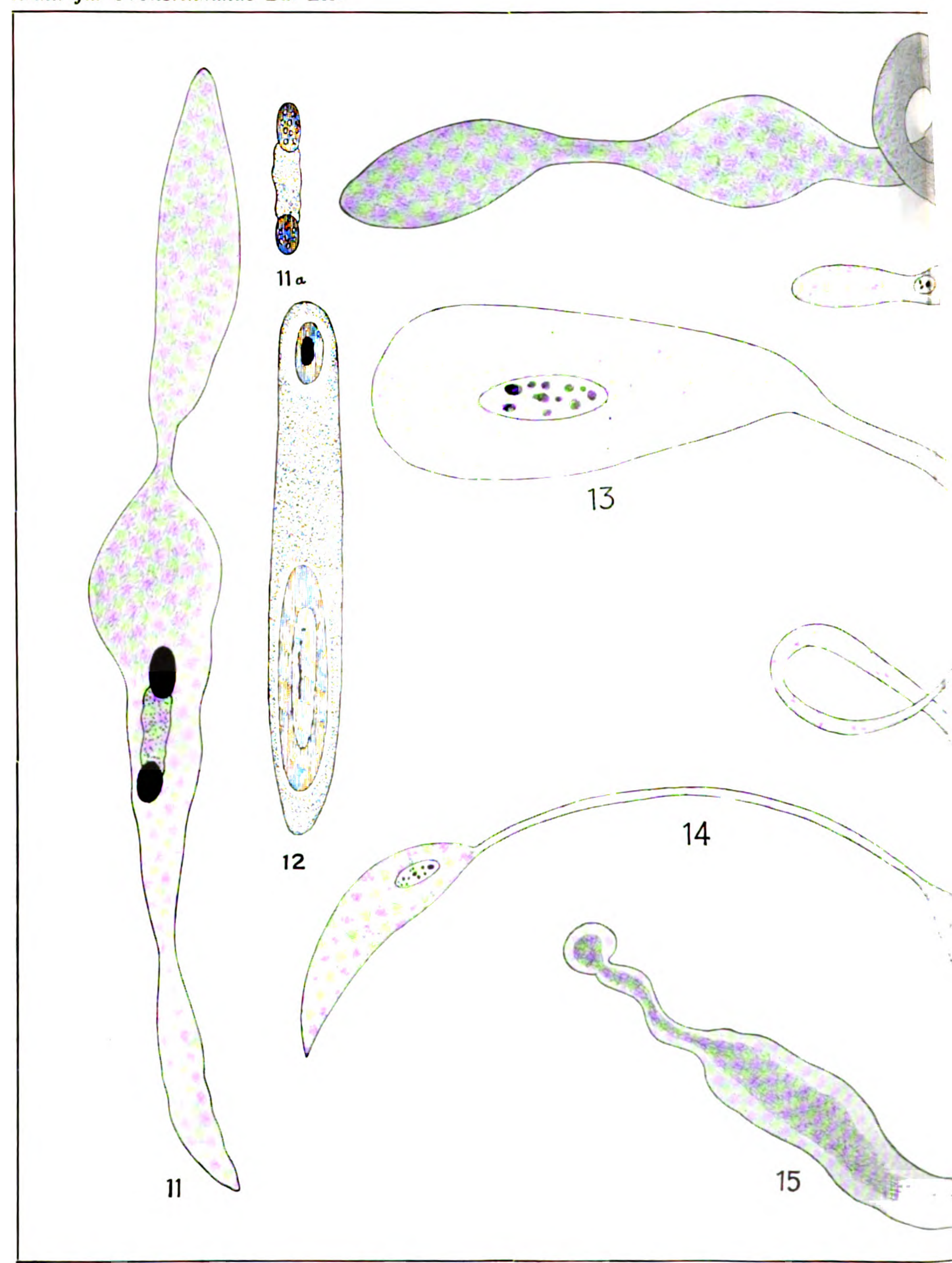
S. Prát.

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

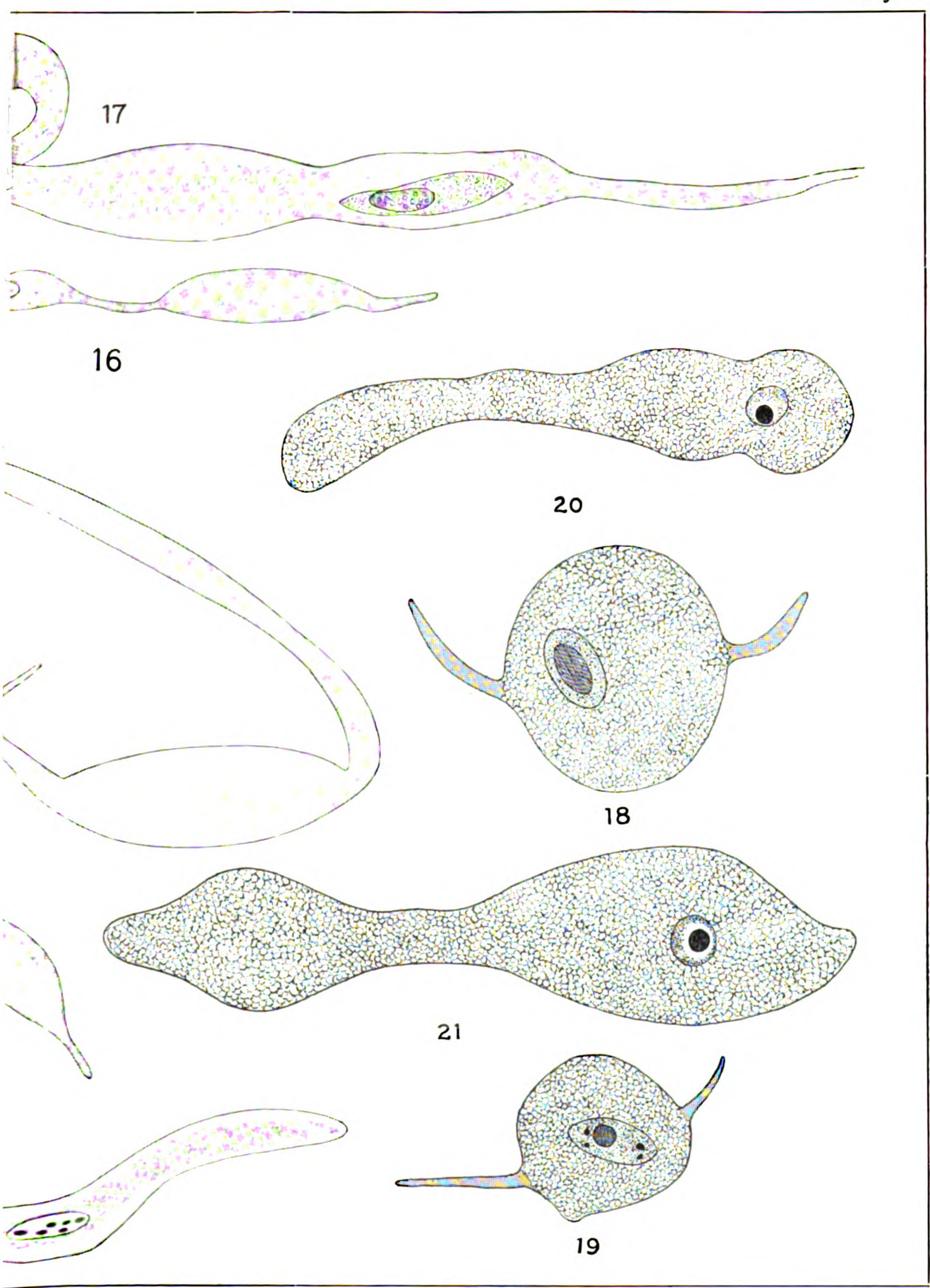


Bhatia u. Chatterjee. Verlag von Gustav Fischer in Jena.



Bhatia u. Chatterjee.

Verlag von Gustav



ischer in Jena.

gelöste Farbstoffe verloren hat, und daß somit auch solche Kulturen nicht gesund sind. Da dieses Verfahren aber bisher nicht gebräuchlich war, dürfte die Annahme voller Gesundheit in der Regel nur auf Vermutung beruht haben. Es lag deshalb die Gefahr nahe, daß gewisse pathologische oder monströse Veränderungen für typische Kennzeichen einer neuen Art oder „Rasse“ gehalten werden konnten.

Im übrigen hat sich aus meinen Kulturversuchen ergeben, daß die grünen Luftalgen im allgemeinen schwerer zu kultivieren sind, als die Wasseralgen. Ihre Lebensbedürfnisse scheinen noch komplizierter zu sein, als jene der letzteren, jedenfalls sind sie noch weniger bekannt. Man sieht oft, daß bei gleicher Behandlung, ja sogar in demselben Apparate nicht nur verschiedene Arten unserer Gruppe, sondern sogar verschiedene Proben derselben Art sich ganz verschieden verhalten, ohne daß es bisher gelungen wäre, den Grund hierfür zu finden.

Unter diesen Umständen bin ich nicht in der Lage, eines der vielfachen Kulturverfahren, welche ich schon versucht habe, besonders empfehlen zu können. Ich kann nur sagen, daß ich immer bestrebt war, den natürlichen Verhältnissen nach Möglichkeit Rechnung zu tragen und auch womöglich die ursprüngliche Unterlage zu benützen. Als Ersatz für schwer ablösbaren mineralischen Untergrund wurden auch Schamotteplättchen verwendet. Die vielfach empfohlene Agargallerte hat sich mir weder mit noch ohne Zusatz von Nährsalzen bewährt.

Zur zeitweiligen Befeuchtung wurde, nachdem sich künstliche Nährlösungen nicht bewährt hatten, nur abgekochtes reines Wasser oder — insbesondere bei polyatmophytischen Formen — ein schwaches Dekokt der Unterlage verwendet; die sonst üblichen künstlichen sog. Nährlösungen [1]) schienen schon deshalb entbehrlich, weil die Luftalgen an ihren natürlichen Wohnorten in der Regel nur mit Meteorwasser und in einzelnen Formen nur vorübergehend mit sehr

[1]) Nährlösungen sichern auch die Wasseralgen nicht gegen Deformierung. Schon der Begründer der Ernährungsmethode (Famintzin, A.: Die anorganischen Sätze als ausgezeichnetes Hilfsmittel usw. in: Bull. de l'Acad. des sc. Petersburg 1872 T. 73, Taf. I Fig. 29, 30 u. 31) sah z. B. aus normalen cylindrischen Zellen einer schmalen Conferva jene großen rundlichen Gebilde entstehen, welche später auch Gay (Recherches etc. 1891, Taf. V Fig. 39—41) in der Kultur erhalten hat. Auch an *Chlorococcum infusionum* erzielte Famintzin (l. c. Taf. II Fig. 69 u. 71) auf demselben Wege mißgestaltete Zellen. Obwohl diese Arbeit nicht das geringste systematisch verwendbare Resultat gezeitigt hatte, fühlen sich doch seither fast alle Beobachter unbekannter kleiner Algen verpflichtet, ihr Material mit allerlei Chemikalien zu „ernähren“ oder gelegentlich zu vergiften.

schwachen Lösungen fester Stoffe in Berührung kommen. Die Regulierung der Temperatur und die Zufuhr reiner Luft [1]) stoßen aber in den Verhältnissen einer großstädtischen Privatwohnung auf erhebliche Schwierigkeiten.

Auch in einem auf's vollständigste eingerichteten Laboratorium ist wohl nicht darauf zu rechnen, daß es so schnell gelingen werde, aus gewissen Differenzen im Kulturverhalten der Atmophyten — wie KLEBS [2]) im allgemeinen hofft — „neue Charaktere zur Beschreibung der Spezies zu erhalten". Keinesfalls darf man erwarten, daß es immer möglich sei, in den unter allen Umständen etwas einseitigen Bedingungen einer Hauskultur den ganzen Formenkreis einer Art zur Entwicklung zu bringen, da, wie oben festgestellt, sogar in der freien Natur gewisse Stadien nicht immer auftreten.

Für ganz verfehlt sind aber die Bestrebungen jener Autoren zu erachten, welche die Natur und systematische Stellung der in einem Gemische niederer Grünalgen enthaltenen Formen durch Hauskultur feststellen wollen. Durch ein Experimentieren mit beliebig gewechselten und dabei notwendigerweise öfters naturwidrigen äußeren Bedingungen werden die morphologischen und cytologischen Verhältnisse so zweifellos plastischer Organismen, als welche wir diese Algen anerkennen müssen, voraussichtlich nicht aufgeklärt, sondern eher noch weiter verdunkelt [3]). Nicht einmal über die Frage, ob Hydrophyten oder Atmophyten vorliegen, ist auf diese Weise sichere Auskunft zu erhalten, weil auch erstere in Wasserkulturen oft degenerieren und andererseits Atmophyten in

[1]) Der Einfluß beschleunigten Luftwechsels scheint bei den Algen noch nicht geprüft worden zu sein. Da aber die Bewegung des Mediums bei gewissen Wasseralgen eine so wichtige Rolle spielt, kommt sie möglicherweise auch bei Atmophyten in Frage.

[2]) KLEBS, G.: Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896, p. 180.

[3]) Hierbei kommt die Nomenklatur allerdings nicht zu kurz. So führt z. B. GERNECK (Beihefte d. Bot. Zentralbl. 1907, mit Taf. XI u. XII) ein großenteils aus „Involutionsformen" (d i. erkrankten oder abgestorbenen Zellen oder auch leeren Zellhäuten) bestehende Zusammenstellung vor, aus welcher eine ganze Reihe von neuen Arten und selbst Gattungen abgeleitet wird. An die Bemerkungen, welche A. PASCHER (Studien über die Schwärmer einiger Süßwasseralgen. in: Bibliotheka botanica 1907, p. 68—69) über diese Arbeit macht, möchte ich nur den Wunsch anschließen, daß künftighin nur solche systematische Neuschöpfungen in der Literatur fortgeführt werden sollten, für deren tatsächliche Existenz die in dem zitierten Falle vollständig fehlende Zuverlässigkeit der angewendeten Methode sowie algologische Korrektheit der betreffenden Publikation eine gewisse Garantie bieten.



flüssigen Medien — insbesondere bei niederer Temperatur — sehr lange, und in jenen Exemplaren, welche aus irgendeinem Grunde obenauf schwimmen, nahezu unbegrenzt ausdauern können.

Nur für einzelne Zwecke empfiehlt sich ein Wechsel zwischen Luft- und Wasserkultur, so insbesondere zur eventuellen Erzielung von Schwärmern an schon bekannten Formen. Auf Anlaß verschiedener Literaturangaben habe ich die Protopleurococcoiden auch deshalb in Wasser kultiviert, um nachzuprüfen, ob sie in submersem Zustande zu Fadenalgen auswachsen könnten. Die hierbei erzielten Resultate werden im speziellen Teile zur Sprache kommen. Hier möge nur bemerkt sein, daß sich die in einigen solcher Kulturen erschienenen, ausgesprochen fadenförmigen Algen, als eingeschleppte bekannte Hydrophyten erwiesen haben. Solche Fälle erinnern uns an die schon im ersten Abschnitte dargestellte vielfache Vermischung der extremsten Formen, welche die Gewinnung reinen Saatmateriales so sehr erschwert, daß sie für sich allein die Zuverlässigkeit der Kulturresultate ebensosehr gefährdet wie die oben erwähnten künstlich erzeugten Veränderungen. Es ist mir öfters vorgekommen, daß scheinbar reine Kulturen nach einiger Zeit ganz andere Algen enthielten als ursprünglich eingesetzt worden waren. So war z. B. in einem Falle der früher vorhandene *Apatococcus vulgaris* nob. nach 5 Wochen feuchter Luftkultur vollständig durch ein vorher nicht bemerktes *Chlorococcum murorum* ersetzt und zwar ohne Veränderung des makroskopischen Aussehens. Eine andere Luftkultur von *Apatococcus vulg.*, in welcher durch sorgfältige Untersuchung ursprünglich nur eine unerhebliche Beimischung von *Chlorococcum sociabile* festgestellt worden war, hatte nach mehreren Monaten ein besonders frisches Aussehen. Das Mikroskop zeigte aber, daß von den ursprünglichen Algen nur noch degenerierte Reste vorhanden waren, während die Hauptmasse der Kultur nunmehr aus *Stichococcus bacillaris* bestand [1]).

Solchen Übelständen könnte nur eine korrekte Reinkultur abhelfen, und ich hätte noch vor einigen Jahren meine Ausführungen mit diesem Schlagworte beginnen müssen, um den Leserkreis von vorneherein zu gewinnen. Da man aber neuerdings nicht mehr so durchaus vertrauensselig ist und selbst der beredteste Anwalt der sog. Reinkultur Wasser in seinen Wein getan hat und in einer

---

[1]) Um den Beginn derartiger Unterschiebungen zu erkennen, ist eine in kurzen Zwischenräumen fortgesetzt zu wiederholende Kontrolle der Kulturen erforderlich. Auch empfiehlt es sich, nur solchen Kulturresultaten zu vertrauen, welche wiederholt in gleicher Weise erzielt worden sind.

neueren Veröffentlichung [1]) von *„culture relativement pure“* spricht, darf ich vielleicht einige häretische Glossen wagen, wenigstens in bezug auf die Protopleurococcoiden.

Bei den Algen dieser Gruppe sind solche Methoden, welche durch Aufschwemmung oder Aufstäubung mit nachfolgender Abimpfung eingeleitet werden, durchaus nicht anwendbar, wenn sie auch bei Bakterien, Flagellaten, Cyanophyceen und Diatomeen schon gute Dienste geleistet haben sollen. Die einzelnen Elemente unserer Gruppe sind an Größe oft sehr verschieden und neigen stark zur Verklebung, so daß sie schwer zu sondern sind, und man hat immer mit der Möglichkeit zu rechnen, daß bei der Abimpfung an größeren Zellen sehr kleine Keime einer anderen Art haften bleiben. Deshalb ist den mit solchen Methoden an Protopleurococcoiden erzielten Resultaten keine Beweiskraft beizulegen.

Hiermit kommen für uns nur jene Methoden von KLEBS, BREFELD, LINDNER, v. SCHOUTEN u. A. in Betracht, welche darauf abzielen, die Kultur mit einer einzelnen Zelle zu beginnen. Wenn wir nun auch bei jedem Forscher die hierzu erforderliche Geschicklichkeit und Achtsamkeit voraussetzen wollen, so steht doch auch diesen Methoden der Umstand entgegen, daß das Wachstum der Protopleurococcoiden — von Ausnahmefällen abgesehen — in der Kultur so langsam abläuft, daß die Aussaaten meist absterben oder verloren gehen, bevor sie entscheidende Resultate gezeitigt haben.

Nachdem ich diese Erfahrung öfters gemacht hatte, entschloß ich mich, für spezielle Zwecke kleine Zellgruppen im Hängetropfen zu kultivieren. Das übliche Verfahren wurde in der Weise abgeändert, daß der Tropfen möglichst flach gestaltet und dann soweit zur Eintrocknung gebracht wurde, daß die Algen am Deckglase klebten, während ihre andere Seite der Luft ausgesetzt blieb. Als Medium diente ein Decoct der Unterlage. Die mit Papperahmen hergestellte Kultur erhielt dann unter Glasglocke eine zweite Versicherung gegen vollständiges Eintrocknen. Vorher waren die Zellen in ihrer gegenseitigen Lage gezeichnet worden, um sie dann alle zwei Tage vergleichen und eintretende Veränderungen wiederum im

[1]) CHODAT, M.: Etude etc. sur le polymorphisme. 1909. Figurenerklärung zu Taf. II. In dieser Arbeit finden wir auch (p. 36) das algologische Instrumentarium durch das Schnurrhaar einer Katze bereichert. Auch dieses subtile Instrument dürfte Berücksichtigung aller oben erwähnten Verhältnisse und streng kritische Prüfung der Kulturresultate nicht überflüssig machen; anderenfalls könnten auch fernerhin die verschiedensten Irrtümer unter der Flagge der „Reinkultur“ in das wissenschaftliche Gebiet eingeschmuggelt werden.



Bilde festlegen zu können. Auf diese Weise konnte jeder einzelne Bestandteil fortgesetzt unter Beobachtung gehalten und z. B. die Umwandlung von *Chlorococcum*-Zwillingen in Tetraeder, ferner die Zugehörigkeit der freien Aplanosporangien von *Pleurococcus vulg.* MENEGH. zu dieser Art, sowie deren Schwanken zwischen Sporenbildung und vegetativer Ausgestaltung festgestellt werden. Aber auch im Hängetropfen ist es nicht gelungen, die Algen längere Zeit hindurch in guter Verfassung zu erhalten.

IV. Prüfung durch Farbstoffe und Reagentien.

Da es sich in folgendem nur darum handelt, bestimmte Kennzeichen für die Unterscheidung der einzelnen Algenformen zu erhalten, können wir die Frage, ob im speziellen Falle eine wirkliche Färbung oder nur eine Imbibitions- bzw. Adsorptionserscheinung vorliege, wohl beiseite lassen und werden eine Färbung immer als gegeben annehmen, sobald sich eine allgemeine oder partielle Veränderung des ursprünglichen Kolorits bemerklich macht.

Ebensowenig brauchen wir für unsere Zwecke zu untersuchen, ob im Zellsafte auftretende gefärbte Punkte usw. präformierte Körper darstellen, ob sie erst durch die Tinktion aus dem Plasma ausgestoßen werden oder nur chemische Fällungsprodukte sind, denn es genügt die Tatsache ihrer für bestimmte Arten charakteristischen Erscheinungsweise.

Die meisten künstlichen Tinktionen pflanzlicher Objekte, welche bisher zu wissenschaftlichen Zwecken vorgenommen wurden, hatten lebloses Material zum Gegenstande, so daß man in erster Linie an solches zu denken pflegt, wenn von Färbung die Rede ist. Dieser Prozedur, welche in erster Linie der Untersuchung des Zellinhaltes diente, pflegt man bekanntlich bei cytologischen Untersuchen eine das Leben der Zelle zerstörende chemische Behandlung, die Härtung, vorauszuschicken, um das Chlorophyll zu entfärben und dann die Färbungswerte auf gewisse Zellbestandteile zu beschränken. Letzeres Verfahren hat sich aber bei unseren kleinen Luftalgen weniger bewährt und zwar in erster Linie deshalb, weil sich oft verschiedene, an Form und Größe sehr nahe übereinstimmende Arten im Leben durch kleine Differenzen der Farbe und Struktur unterscheiden, welche durch die Härtung verloren gehen. Nebst dem wird durch die hierzu üblichen Reagentien der Zellinhalt der Protopleurococcoiden in der Regel mehr oder weniger körnig, und die Tinktion ergibt dann keine klaren Bilder.

In bezug auf Färbung der lebenden Zelle bestand vor Pfeffer[1]) die Annahme, daß das Zellplasma allen Farbstoffen den Eintritt durchaus verwehre. Der genannte Autor zeigte aber, daß dieser Widerstand kein absoluter sei, sondern daß sehr schwache Lösungen gewisser weniger giftiger Anilinfarbstoffe in die lebende Zelle eindringen können, ohne sie wesentlich zu schädigen. Die Farbe bemächtigt sich hierbei aber nicht des ganzen Zellinhaltes, sondern nur gewisser Bestandteile desselben.

Bei Tinktion chlorophyllgrüner[2]) Zellen „speichert" sich die Farbe nur im Zellsafte, mehr oder weniger im Plasma oder in gewissen präformierten Körpern, während eine sichere Färbung lebender Chlorophore und Zellkerne[3]) von Pfeffer niemals beobachtet wurde. Für unsere Zwecke hat sich aber auch dieses Verfahren nicht bewährt, da mit ihm keine charakteristisch differenten Bilder erzielt wurden. Brauchbare und teilweise überraschende Resultate ergab erst jene andere Tinktionsweise, welche im folgenden besprochen werden soll.

Die Lebend-Schnellfärbung wurde von Verf. dieses ursprünglich auf Cyanophyceen[4]) und erst später auf Chlorophyceen angewendet. Von Pfeffer's Speicherfärbung, welche 0,0001 bis höchstens 0,001 proz. Lösungen benutzt, unterscheidet sie sich nicht nur durch Verwendung unverhältnismäßig stärkerer (mindestens 0,5 proz.) Farblösungen sondern insbesondere durch das intellektuelle Vorgehen des Beobachters. Während nämlich bei der Speicherfärbung nur das endgültige Resultat längerer Einwirkung des Farbstoffes berücksichtigt wird, erfordert die Lebend-Schnellfärbung eine sofort einsetzende und eine gewisse Zeit lang fortgesetzte Beobachtung des

---

[1]) Pfeffer, W.: Über die Aufnahme von Anilinfarben in die lebende Zelle. Unters. d. Bot. Instit. Tübingen Bd. 2 1888.

[2]) Die von den Grünalgen in der Struktur erheblich abweichenden Blaualgen verhalten sich bekanntlich der Lebendfärbung gegenüber in anderer Weise, indem sich nach längerer Einwirkung von Methylviolett (kaum 0,01 Proz. Zaccharias) oder Methylenblau (0,01 Proz. Palla, 0,001 Proz. Hegler) zunächst ein „Zentralkörper" tingiert.

[3]) Spätere Autoren berichten über direkte Färbung lebender Chromatophore, Pyrenoide und Kerne von Wasseralgen durch Gentianaviolett und Methylenblau. Bei meinen mit Luftalgen vorgenommenen Versuchen traten derartige Erscheinungen immer erst nach längerer Einwirkung des Farbstoffes auf, und es folgte dann schnell regellose Durchfärbung der ganzen Zelle. Es schien somit eine Intoxikationserscheinung vorzuliegen.

[4]) Brand, F.: Morphologische und physiologische Betrachtungen über Cyanophyceen. Beihefte z. Bot. Zentralbl. 1903 p. 46 Anm., sowie: Über die sog. Gasvakuolen usw. Hedwigia 1905 p. 12 f.



Vorganges, in dem nicht nur die erste Wirkung des Farbstoffes sondern auch die Reihenfolge der weiteren Erscheinungen bis zum Eintritte der Giftwirkung für die Beurteilung entscheidend sind. Diese ununterbrochene Kontrolle sichert gegen manche Irrungen, welche bei ausschließlicher Beachtung des endgültigen Zustandes kaum zu vermeiden wären.

Zusatz von Farblösungen erweist sich bisweilen nützlich vor der eigentlichen Tinktion und zwar durch optische Kontrastwirkung. In Kongorotlösung werden z. B. unsicher begrenzte Chlorophoren sofort deutlicher sichtbar. Geradezu überraschend ändert sich aber oft das mikroskopische Bild mit dem Beginne der eigentlichen Tinktion; es kann sich dann herausstellen, daß scheinbar gleichartige Zellen gegen die Farbe so grundverschieden reagieren, daß sie unmöglich zusammen gehören können. Hierbei kommt sowohl der Zellinhalt als die Membran in Betracht.

Das Verhalten des Zellinhaltes klärt uns zunächst über dessen vitalen Zustand auf. Dringt die Farbe sofort in unregelmäßiger Weise ein und bemächtigt sich insbesondere auch der Chlorophore, dann haben wir abgestorbenes oder hochgradig erkranktes[1]) Material vor uns, welches für unsere Zwecke nicht brauchbar ist. Dieselbe Erscheinung signalisiert auch den Eintritt der Giftwirkung und somit den Abschluß des Experimentes.

An gesunden Zellen treten die ersten Erscheinungen — ebenso wie bei der Speicherfärbung — im Zellsafte und teilweise im farblosen Plasma auf, wenn der gewählte Farbstoff von der Alge überhaupt angenommen wird. Schon durch letztere Einschränkung ergibt sich eine gewisse Differenzierung der Algenformen, weil diese nicht alle für die gleichen Farbstoffe, und im positiven Falle nicht alle in gleichem Maße empfänglich sind.

Weitere Unterschiede ergeben sich aus der Lage und Ausdehnung jener Zellabschnitte, in welchen die Färbung zu Tage tritt, indem zugleich die an kleinen Zellen nicht immer unmittelbar erkennbare Lage, Form und Größe der durch tinktionelle Immunität ausgezeichneten Chlorophore kenntlich wird.

---

[1]) Hierbei ist natürlich vorausgesetzt, daß keine intensiv giftigen Farbstoffe benutzt werden, sondern nur einer der im folgenden erwähnten. Sodann ist zu bemerken, daß zwar sofortige Durchfärbung des ganzen Protoplasmas immer Leben und Gesundheit der Alge ausschließt, daß aber Resistenz gegen Farbstoffe nicht immer das Gegenteil beweist. Es kommt nämlich vor, daß auch lebloses und in einem gewissen Stadium der Zersetzung befindliches Protoplasma der Tinktion widersteht. Deshalb müssen immer auch die morphologischen Verhältnisse berücksichtigt werden.

Diese, sowie die weiterhin zu erwähnenden Erscheinungen sind am besten an solchen Zellen zu beobachten, welche sich in vegetativem Zustande befinden. In Ruhezuständen, die eine Überladung mit Reservestoffen bedingen, sowie während der Teilung sind sie weniger charakteristisch.

Nebst den vorerwähnten existieren noch weitere Modifikationen, indem die Färbung entweder in diffuser Weise auftritt oder in Form von größeren oder kleineren verschiedenartig angeordneten Körnern oder Punkten. Die so entstehenden Bilder haben sich mehrfach als konstant erwiesen und dienen als typische Kennzeichen gewisser Arten, welche sich im übrigen zum Verwechseln ähnlich sind.

PFEFFER hat beobachtet, daß bei seiner Tinktionsmethode „in derselben Pflanze nicht alle Zellen den Farbstoff speichern, ohne daß deshalb die nicht merklich sich färbenden Zellen zur Aufnahme des Farbstoffes untauglich sein müßten.“ Ähnliche individuelle Verschiedenheiten ergeben sich auch bei der Schnellfärbung. In der Regel tritt trotz rascher und sorgfältiger Vermischung die Wirkung der Farbe nicht an allen Zellen derselben Art gleichzeitig zutage. Sehr junge Zellen und insbesondere die werdenden Aplanosporangien von *Pleurococcus vulg.* MENEGH. reagieren langsamer und weniger intensiv; aber auch manche ausgebildete vegetative Exemplare verhalten sich zunächst ablehnend, färben sich erst nach mehrmals wiederholtem Zusatze der Lösung oder entschließen sich auch nicht eher zu deren Annahme, bis andere empfänglichere Zellen schon der Giftwirkung erlegen und samt ihren Chlorophoren durchgefärbt sind. In solchen Fällen findet man verschiedengradig gefärbte Individuen nebeneinander. Mit jedem neuen Zusatze vermehrt sich die Anzahl der kräftiger tingierten, während in jenen anderen Fällen, in welchen gewisse definitiv resistente Arten beigemischt sind, nicht nur die Zwischenformen schließlich fehlen, sondern auch durch weiteren Zusatz von Farbe die Zahl der tingierten Zellen dann nicht mehr zunimmt.

Hierbei ist ferner zu beachten, daß die Tinktion des Zellinhaltes durch verschiedene chemische Reagentien — bei Brillantblau z. B. schon durch eine Spur von Essigsäure — hintangehalten, bzw. zerstört zu werden pflegt und, daß sie auch an kultiviertem Materiale nicht sicher zu erwarten ist. Auch an frisch eingesammelten Algen können gewisse Färbungsbilder des Zellinhaltes durch vorausgegangene ungünstige Einflüsse, wie z. B. übermäßige Nässe oder Trockenheit, vorübergehend verhindert werden. Die durch extreme Witterungsverhältnisse aufgehobene Reaktionsfähigkeit ist meistens

wiederherzustellen, wenn verregnetes Material einen Tag lang in trockener, allzu trockenes aber in feuchter Luft kultiviert wird. In gewissen Fällen kann auch wiederholte Einsammlung erforderlich sein. Im übrigen war die Feststellung der tinktionellen Inhaltsreaktion nur zur zweifellosen Abgrenzung der Arten als solcher erforderlich und ist jetzt, nachdem der Formenkreis dieser Arten bekannt ist, zur Diagnose von Einzelfällen oft entbehrlich, weil es in der Regel genügt, die morphologischen und cytologischen Verhältnisse mit dem tinktionellen Verhalten der Membran zusammenzuhalten.

Die Tinktion der Membran berührt Pfeffer nur mit kurzen Worten und bezieht sie „zum Teil“ auf eine vorgängige Imprägnation mit mineralischen Stoffen, wie z. B. Calciumcarbonat [1]). Eine solche Einlagerung ist nun bei den oligo- bis mesoatmophytischen Formen kaum zu erwarten, da diese mit Lösungen mineralischer Stofte kaum in Berührung kommen; jedenfalls ist mir keine Beobachtung erinnerlich, welche auf eine derartige Voraussetzung hingewiesen hätte. Allerdings färben sich alte, verdickte Membranen meistens intensiver als solche, welche sich im Jugendzustande befinden. Hier kann aber ebensowohl eine chemische Veränderung zugrunde liegen, wie eine Infiltration. Im übrigen ist bei den Oligo- und Mesoatmophyten das positive oder negative Verhalten der lebenden Membran gegenüber gewissen Farbstoffen sehr konstant und bei Untersuchung von Einzelfällen von noch größerer Bedeutung als jenes des Zellinhaltes.

Eine Ausnahme macht nur der polyatmophytische *Cystococcus humicola*; dieser verhält sich gegen Brillantblau in weniger zuverlässiger Weise, indem er in der Regel und zwar besonders nach längerer Trockenheit für diesen Farbstoff sehr wenig empfänglich ist, während er bei feuchten Wetter oder auf feuchter Unterlage (z. B. im Bereiche eines Saftflusses) sich ziemlich schnell tingieren kann.

Von den im fünften Abschnitte zu besprechenden zwei Schichten der Membran kommt für die Tinktion nur die relativ dicke und ursprünglich ganz farblose Innenschicht in Betracht, weil nur an dieser sowie an den eventuell von ihr ausgehenden Scheidewänden deutliche Färbung auftritt. Im Beginne dieses Vorganges erscheint dann die ganze Zelle mit einem dem applizierten Farbstoffe entsprechenden Tone überzogen und von dem intensiver gefärbten optischen Durchschnitt der, Innenschicht umrandet, so daß das Chlorophor wie durch einen farbigen Schleier erscheint. Die Außen-

[1]) Für alle Fälle sei hier bemerkt, daß zu vorliegenden Untersuchungen immer mehr oder weniger kalkhaltiges Wasser als Medium benutzt wurde.



schichte macht sich nur als scharfer dunkler Kontur ohne ausgesprochene Farbe bemerklich.

Wenn wir von Tinktion der Membran sprechen, so haben wir, insoweit nicht anderes angegeben ist, immer jene der lebenden Zelle im Auge, und müssen hier einen Umstand hervorheben, dessen Betonung in der bisherigen Literatur zu fehlen scheint. Manchen Farbstoffen gegenüber verhält sich nämlich die Membran nach dem Absterben der Zelle in anderer Weise, als während des Lebens. So sind z. B. die Membranen von lebendem *Pleurococcus vulg.* MENEGH., von *Apatococcus vulg. nob.* und *Trochiscia protococcoides* KÜTZ gegen Kongorot ziemlich resistent, werden aber an leeren Zellen entschieden gefärbt, während an *Pseudendoclonium* die lebende Membran sich mit Brillantblau färbt, an längere Zeit abgestorbenen Zellen aber diesem Farbstoffe widersteht.

Ferner verhalten sich die Membranen solcher Algen, welche spontan abgestorben sind, oft in anderer Weise als jene der durch rasche Trocknung getöteten Herbarexemplare. Es möge deshalb hier bemerkt sein, daß in folgendem unter toten Zellen nur solche verstanden werden, welche im Freien oder in der Kultur abgestorben sind, während das Verhalten der Exsikkate nicht so eingehend geprüft worden ist, um hier berücksichtigt werden zu können.

Unter jenen Formen, deren lebende Membran durch Brillantblau tingiert wird, läßt sich eine weitere Sondierung erzielen und zwar durch Essigsäure. Durch nachträglichen Zusatz eines Tropfens 20 proz. Lösung dieser Säure wird bei den meisten Formen nebst der Färbung des Inhaltes auch jene der Membran vollständig oder größtenteils aufgehoben, falls diese überhaupt beteiligt war. Bei *Pseudendoclonium* aber trotzt diese Tinktion der Essigsäure, indem sie in lebhaftes wein- bis purpurrot umgewandelt wird.

Stark giftig wirkende Farbstoffe, wie z. B. Karbolfuchsin sind natürlich zur Lebend-Schnellfärbung nicht geeignet. Von dem harmloseren Präparaten hat sich nach mancherlei Versuchen das im allgemeinen weniger gebräuchliche Brillantblau (Brillant-kresylblau von Grübler u. Co., Leipzig) in erster Linie als tauglich erwiesen und wurde schließlich allen Untersuchungen zugrunde gelegt. Nebstdem wurden noch andere Farben versucht, wie aus dem folgenden zu ersehen ist.

Bezüglich des technischen Verfahrens ist folgendes zu bemerken. Insoweit nicht anderes angegeben ist, betrug die Stärke der Lösungen bei Kongorot 1 Proz., bei Brillant- und Methylenblau $^1/_2$ Proz. und bei Neutralrot $^1/_4$ Proz. Allzustarke Lösungen wirken

in der Regel weder schneller noch besser, führen dagegen leicht zu Fällungen, welche sich auf der Oberfläche der Zellen niederschlagen und auch dann, wenn der Farbstoff nicht aufgenommen wird, eine Tinktion vortäuschen [1]) können.

Nachdem eine für mehrere Präparate genügende Menge des zu untersuchenden Algenmaterials in reinem Wasser auf einer Glasplatte ausgebreitet und unter der Lupe von Fremdkörpern gereinigt ist, wird die ganze Masse sorgfältig vermischt und auf mehrere Objektträger verteilt. Von diesen wird einer zurückgestellt, um das zu tingierende Material immer mit seinem ursprünglichen Zustande vergleichen zu können, während die übrigen in verschiedener Weise tinktionell oder chemisch behandelt werden.

Zum Zwecke der Tinktion setzt man dem Präparate einen Tropfen der Farblösung zu und vermischt diesen sofort durch rasches Umrühren, um eine möglichst gleichzeitige und gleichmäßige Wirkung auf alle Bestandteile der Probe zu erzielen. Hierzu habe ich immer einen Glasstab von nur 3 mm Dicke benützt, um Tropfen von annähernd gleichmäßiger Größe zu erhalten.

Meistens macht sich schon nach wenigen Minuten eine Wirkung bemerkbar, wenn nicht, wird der Zusatz in gleicher Weise wiederholt. Zu diesem Zwecke muß immer das Deckglas abgenommen werden; die Lösung darunter einfließen zu lassen, wäre verfehlt, weil dadurch eine ungleichmäßige Berührung mit den verschiedenen Zellen eintreten und ungleichmäßige Färbung erfolgen würde. Aus dem gleichen Grunde ist das Deckglas auch jedesmal von dem anklebenden Materiale zu reinigen.

Auch abgesehen von den oben erwähnten individuellen Differenzen der Empfänglichkeit tritt bei gleicher Menge und Konzentration der Lösung und bei derselben Art die Wirkung nicht immer in gleichem Zeitraum ein. Ganz allgemein ergibt sich eine Verzögerung, wenn das Präparat viel Material enthält, oder wenn ihm viel Detritus, insbesondere von Borke, oder zahlreiche Nekriden oder auch Pilzmyzel beigemischt ist. Solche Fremdkörper nehmen manche Farbstoffe in erster Linie auf und erst nach ihrer Sättigung kommt die Alge zum Genusse. Sodann ist zu beachten, daß die ersten Tinktionserscheinungen bei einer kleinen Pause in der Beobachtung oft zurückgehen, aber durch erneuten Zusatz wieder hervorgerufen werden können.

[1]) Ähnliche Täuschungen können auch entstehen, wenn einzelne Zellen durch fremde Gallerte oder durch Zersetzungsprodukte äußerlich verunreinigt sind. Obwohl diese Eventualität im ganzen keine große Rolle spielt, ist es doch gut, sie zu kennen.



Bisweilen genügen einige Minuten, um über alle Bestandteile eines Präparats Aufklärung zu erhalten, indem jetzt weiterer Zusatz von Farbe keine neuen charakteristischen Erscheinungen, sondern nur die Zeichen beginnender Intoxikation auslöst. In der Regel muß man aber in kleinen Zwischenräumen öfters neue Lösung zusetzen, bis dieser Fall eintritt. Bei gewissen weniger empfänglichen Arten kann es sogar vorkommen, daß über eine halbe Stunde [1]) lang öfters wiederholt nachgefärbt werden muß, bis die endgültige Reaktion eintritt. In solchen Fällen empfiehlt es sich, zwischendurch einen Tropfen Wasser zuzusetzen, damit sich das Medium nicht allzusehr konzentriert.

Die Tinktion an und für sich empfänglicher Zellen mißlingt oft, wenn diese in Gallerte eingeschlossen sind. Die bei unserer Gruppe in Frage kommenden Gallertarten verhalten sich nämlich durchschnittlich gegen Farbstoffe ziemlich ablehnend [2]). Durch Quetschen des Präparates gelingt es aber immer, einzelne Zellen zu befreien und dem Farbstoffe zugänglich zu machen.

Der Ton der Farbe, in welcher die durch Brillantblau gefärbten Zellbestandteile erscheinen, schwankt zwischen blau und rötlichviolett. Jene Membranen, welche sich durch Essigsäure nachträglich röten, zeigen schon nach der Tinktion eine etwas rötlich-violette Färbung. Bei den anderen Arten sind große Schwankungen zu beobachten, welche teils auf der verschiedenen Intensität der Färbung, teils auf unbekannten Ursachen beruhen.

Die Anwendung von chemischen Reagentien fällt eigentlich über den Rahmen der Schnellfärbung hinaus, weil durch sie die Zellen in der Regel schnell getötet werden, kann aber insofern hier angeschlossen werden, als immer nur ein jedenfalls bei Beginn der Untersuchung lebendes Material geprüpft wurde und sich dessen Kolorit hierbei auch meistens veränderte.

Unter den hier verwendeten Stoffen hat sich besonders das Jodjodkali (Jod 0,05 Kal. jod 1,0 Aq. dest. 10,0) sehr nützlich erwiesen, und zwar zum Nachweise der Pyrenoide. Konzentriert beigesetzt färbt dieses Reagens den gesamten protoplasmatischen Zellinhalt gelb bis braun. Bei genügender Verdünnung tritt aber nach einigen Minuten das Pyrenoid als ein heller, scharf begrenzter,

[1]) Die im speziellen Teile vorkommenden Angaben, daß eine bestimmte Art der Tinktion widerstehe, beruhen immer auf der Voraussetzung eines derartigen Zeitraums. Durch schließliche Giftwirkung kann natürlich alles gefärbt werden.

[2]) Ein allgemein wirksames Gallertfärbemittel scheint — auch einschließlich des gerbsauren Vesuvins — nicht zu existieren.



bisweilen von einer verschieden breiten dunkelbraunen Zone umgebener und dann gelb gefärbter Körper hervor.

Weniger transparente, mit dichtem Inhalte versehene Zellen müssen nachträglich durch eine schwache Lösung von Chloralhydrat aufgehellt werden. Konzentrierte Lösungen dieses Stoffes sind aber zu vermeiden, weil durch sie die Pyrenoide aufgelöst werden könnten.

Bisweilen, so in gewissen Zuständen von *Pleurococcus vulg.* Menegh., zeigt Chlorzinkjod, nötigenfalls mit nachträglichem Zusatze von etwas Glycerin, die Pyrenoide besser. Nach meinen Erfahrungen möchte ich keiner Alge das Pyrenoid absprechen, bevor sie nicht mit allen diesen Mitteln erfolglos geprüft worden ist. Auf die Behandlung der Membran mit Jodjodkali und Chlorzinkjod werden wir im fünften Abschnitte sowie im speziellen Teile zurückkommen; es sei hier nur bemerkt, daß letzteres Präparat (Zinc. chlor. 12,5; Kal. jod. 4,0; Jod 0,5; Aq. dest. 4,25) zur sicheren Erzielung eines Effektes immer möglichst unverdünnt angewendet werden muß.

Bezüglich der plasmolysierenden Mittel, welche sich öfters zur Aufklärung des Zellbaus empfehlen, ist mir aufgefallen, daß selbst starke Lösungen von Kalisalpeter auf die Protopleurococcoiden schwächer und unsicherer zu wirken pflegen, als das Glycerin. *Apatococcus vulg.* war durch Kalisalpeter überhaupt nicht zu plasmolysieren.

V. Äußere Erscheinung der Protopleurococcoiden-Lager und mikroskopische Beschaffenheit ihrer Bestandteile.

Eines vergleichenden Überblickes wegen und zur Vermeidung mehrfacher Wiederholungen sollen der Beschreibung der einzelnen Formen in diesem und dem nächsten Abschnitte verschiedene allgemeine Betrachtungen über die morphologischen und cytologischen Verhältnisse der Protopleurococcoiden und der ähnlichen gelegentlichen Begleiter vorausgeschickt werden.

In bezug auf die äußere Erscheinung der Lager ist zunächst an die häufige Beimischung differenter Organismen zu erinnern. Reichliche Beigesellung von Cyanophyceen wird z. B. eine etwas bläulich-grüne Färbung der Anflüge hervorrufen. Relativ reine Bestände chlorophyllgrüner Luftalgen zeigen aber mit den wenigen unten zu erwähnenden Ausnahmen das ganze Jahr über eine Färbung, welche sich zwischen hellgrün, bisweilen etwas gelblichgrün, bis dunkel- oder schwarzgrün bewegen kann. Diese Modifi-

kationen werden in erster Linie durch den Wassergehalt der Lager reguliert, indem Trockenheit eine hellere und Befeuchtung eine dünklere Grünfärbung hervorruft. Dieser Einfluß ist so überwiegend, daß die auf der Eigenfärbung der Zellen beruhenden spezifischen Differenzen dagegen fast ganz zurücktreten.

Bei anhaltender Trockenheit kann ferner die Oberfläche mancher Lager durch Absterben zahlreicher Zellen ein gelbgraues oder graues Aussehen annehmen, und in langen Regenperioden tritt bisweilen chlorotisches Erblassen ein.

Es wäre deshalb nicht nur überflüssig, sondern unter Umständen sogar irreführend, wenn einer dieser wechselnden Zustände in der Diagnose festgelegt würde. Die diesbezüglichen Angaben floristischer Werke rechtfertigen sich nur einigermaßen durch den Umstand, daß solche Arten, welche einer in der Regel feuchten Unterlage angepaßt sind, seltener in die Lage kommen, einen hellen Ton annehmen zu können.

Eine entschiedene Abweichung von der Chlorophyllfarbe kommt nur bei *Chlorococcum sociabile* und *Cystococcus humicola* vor. Die Lager ersterer Alge können, wie im speziellen Teile näher erörtert werden soll, durch Beimischung von Pilzmyzel entschieden zitronengelb erscheinen, und nur jene von *Cystococcus humicola* treten bisweilen in bräunlich- bis rötlichgelber Farbe [1]) auf, wenn ihre Zellen größtenteils in den Ruhezustand übergegangen sind. Als postmortale Erscheinung kann bräunlich-rötlichgelbe Färbung übrigens auch bei anderen Arten, wie z. B. bei *Chlorococcum sociabile*, zutage treten.

Auch die größere oder geringere Dicke der Lager ist von ebenso beschränkter diagnostischer Bedeutung als wie das viel erwähnte Abfärben. Letztere Erscheinung tritt allerdings am häufigsten bei *Apatococcus* auf, fehlt aber auch bei anderen ein-

[1]) Verschiedene Angaben über natürliche Rotfärbung von *Pleurococcus* usw. beruhen auf der Haltlosigkeit der bisherigen Nomenklatur. RABENHORST (Flor. europ. alg. III p. 57) sagt z. B. von *Chlorococcum*: „color viridis in rubrum saepe mutatur“. Im speziellen Teil werden wir aber sehen, daß dieser Autor das typische *Chl. murorum* gar nicht kannte. CHODAT's Angabe (Algues vertes p. 281), daß *Pleurococcus vulgaris* MENEGH. an Mauern oft orangegelbe oder rote Farbe annimmt, beruht auf Beimengung von *Cystococcus*. Von *Pleurococcus miniatus* NAEG. ist zu bemerken, daß diese Alge wegen ihrer ausschließlich wandfreien Teilungsweise nicht zu *Pleurococcus* und als Bewohnerin von Glashäusern jedenfalls nicht zu unserer Gruppe gehört. Auch der nur wenig bekannte, exotische *Pleurococcus pachydermus* LAGERH. (Witte. et Nordst. Algae exsiccat. 1898 p. 23 u. Nr. 447) gehört nach unserer Auffassung nicht sicher zu *Pleurococcus*, denn er erweist sich auch durch sein Leben auf feuchter Erde als biologisch different.



zelligen Formen nicht vollständig und sagt uns nicht mehr, als daß ein üppig entwickeltes Lager einer derartigen Alge vorliegt. An fadenförmigen Algen oder bei reichlicher Beimischung solcher kann Abfärben aber ebensowenig eintreten, wie an den nur wenig einzellige Elemente enthaltenden und deshalb mehr krustenförmigen, als pulverigen Beständen von *Pleurococcus vulg.* MENEGH.

Entscheidend für die Beurteilung der Anflüge ist lediglich der mikroskopische Befund ihrer Bestandteile. Um uns in dem zu Anfang dieser Arbeit angedeuteten Vielerlei zurecht zu finden, müssen wir mit Untersuchung der einzelnen Zellen beginnen und zunächst alle hier in Frage kommenden Verhältnisse überblicken.

Die Membranen der grünen Luftalgen sind im allgemeinen etwas weniger transparent und deshalb der Untersuchung des Inhalts weniger günstig, wie jene der Wasseralgen. Sie scheinen überall aus einer Mischung von Zellulose und Pektinstoffen zu bestehen und werden deshalb durch Chlorzinkjod mehr oder weniger violett gefärbt. Das Verhältnis dieser Mischung variiert jedoch nicht nur je nach der Art, sondern auch je nach dem Alter der Individuen und, wie es scheint, auch nach den Außenverhältnissen, so daß es wenig charakteristisch ist; nur bei älteren Zellen von *Pleurococcus vulg.* MENEGH. besteht immer der später zu erwähnende diesbezügliche Unterschied zwischen Innen- und Außenschicht.

Bemerkenswert ist der Umstand, daß auch Jodjodkali in gewissen Fällen eine schwach rötliche bis violette Färbung hervorruft (bei den verdickten Membranen des Ruhestandes von *Pleurococcus vulg.* und an leeren Zellhäuten von *Cystococcus humicola*, *C. silvaticus* und *Chlorococcum sociabile*) [1].

Eine Neigung zu erheblicher Verdickung der Membran ist während des vegetativen Lebens der Protopleurococcoiden nicht zu beobachten, wenn sich auch alle Zellhäute mit Zunahme des Alters mehr oder weniger verstärken. Nur bei *Apatococcus* tritt eine solche Erscheinung auf absolut trockener Unterlage, insbesondere auf Eisen, ausnahmsweise ein und zwar oft nur einseitig.

In Ruhezuständen dieser Algen, welche übrigens nur bei *Chlorococcum sociabile*, *Cystococcus humicola* und *Pleurococcus vulgaris* eine

[1]) Blau- oder Violettfärbung durch Jodlösung ist schon als charakteristisch für „Lichenin" angegeben worden (vgl. z. B. WIESNER, J.: Die Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Wien 1881). Nach CIENKOWSKY (Über Palmellenzustand usw. in: Bot. Zeitschr. 1876 p. 23) nimmt auch die Gallerte dieses Zustandes von *Stigeoclonium* durch Jodtinktur eine schwarzblaue Färbung an.



merkliche Veränderung des Zellinhaltes bedingen, ist die Verdickung der Membran etwas beträchtlicher.

Bei den Genossen der Protopleurococcoiden erreichen die Zellhäute von *Cystococcus silvaticus*, *Phacoccus*, *Trochiscia protococcoides* und in geringerem Maße von *Pseudendoclonium* [1]) mit einer gewissen Regelmäßigkeit eine erhebliche Stärke.

Auffällige und ständige Umhüllung mit Gallerte fehlt den Protopleurococcoiden vollständig und ist unter ihren chlorophyllgrünen Begleitern nur der Gattung *Gloeocystis* eigentümlich. Es ist jedoch zu beachten, daß man gelegentlich auch einzelne Zellen oder Zellgruppen aller anderen Arten in fremde Gallerte [2]) eingehüllt findet.

Als pathologische Kulturerscheinung wurde an Zellen von *Cystococcus humicola* mehrmals ein Hof von durchsichtigem Schleime beobachtet; häufiger noch, und zwar auch an freilebenden Beständen, eine hyaline Aufquellung der Membran von Zellen und Brutfamilien, welche sich im Dauerzustande befanden. Letztere nahmen dadurch ein Aussehen an, welches an unregelmäßig gebaute *Pleurococcus*-Thallome erinnerte. Im übrigen wird die Erscheinung eines hellen Hofes (*limbus*, welchen ältere Autoren ihren „Chlorococcaceen“ zuschreiben) nicht immer durch Gallerte hervorgerufen, sondern beruht ebenso häufig auf plasmolytischer Kontraktion des Zellinhaltes. Dieser Fall kommt als pathologische Erscheinung häufig bei *Cystococcus humicola*, seltener auch bei *Chlorococcum sociabile* zur Ansicht und kann bei flüchtiger Betrachtung täuschen.

Die Oberfläche der Membranen ist bei allen hier behandelten Grünalgen immer glatt, mit einziger Ausnahme von *Trochiscia protococcoides*, welche mit stachelartigen Wärzchen [3]) besetzt zu sein pflegt.

Der Bau der Membranen scheint sowohl bei den Protopleurococcoiden als bei ihren chlorophyllgrünen Begleitern in der Hauptsache

[1]) [Über diese nomina nuda siehe Fig. 2.] Anm. d. Herausg.

[2]) Als extremes derartiges Beispiel fand ich eine handtellergroße Gallertmasse auf der Schnittfläche eines alten Fichtenstumpfes ausgebreitet, welche nebst Spuren von *Apatococcus* auch *Trentepohlia* spec., *Mesotaenium* spec., *Cystococcus humicola*, *Stichococcus bacillaris*, *Pseudendoclonium*, *Gloeocystis* spec. und *Nostoc muscorum* einschloß, und somit in der Hauptsache nur von den zwei letztgenannten Arten herstammen konnte.

[3]) Eine gewisse Ähnlichkeit mit stumpfer oder kurzer Bestachelung wird auch von glatten Membranen bisweilen durch ziemlich gleichmäßige periphere Besetzung mit Kalk- oder Detrituskörnchen, oder auch mit Bakterien erzeugt. Diese Partikelchen sind aber doch nie so ganz regelmäßig verteilt wie die Stacheln und auch meist nicht so durchaus gleich groß, können aber doch, insbesondere an künstlich stark gefärbtem Material, bei oberflächlicher Betrachtung zu Täuschungen führen.



überall der gleiche zu sein, wenn auch die Sachlage an jungen Zellen und sehr kleinen Formen nicht immer leicht zu erkennen ist. An entwickelten Zellen folgt auf eine relativ dicke, helle und ganz farblose Innenschicht eine — wenigstens ursprünglich — sehr dünne und nur als scharfer dunkler Kontur erscheinende Außenschicht. An fadenförmigen, flächenartigen oder körperlichen Thallomen kann letztere Schicht sich später zu einem derben, scheidenartigen allgemeinen Überzuge ausbilden.

Über der Außenschicht ist bei scharfer Einstellung auf den optischen Durchschnitt der Zelle und bei richtiger Beleuchtung noch eine sehr dünne farblose Gallertlamelle zu erkennen. Diese von den bisherigen Autoren[1]) noch kaum berücksichtigte Lamelle ist, als überall vorhanden, für die Unterscheidung der Arten allerdings von keiner Bedeutung, scheint aber doch der Erwähnung wert zu sein, weil sie die gelegentliche Verklebung freier Zellen erklärt.

Der Inhalt der Zellen wird in erster Linie durch Beschaffenheit und Lage der Chlorophoren charakterisiert.

Während die Zellen höher organisierter Pflanzen mehrere Chlorophoren zu besitzen pflegen, enthalten die meisten coccoiden Grünalgen typisch nur ein einziges. Zu gewissen Zeiten, nämlich kurz vor der Zellteilung und vor der Sporenbildung, sieht man allerdings bei allen Arten zwei oder mehrere Chlorophyllabschnitte, und es ist zur Feststellung der normalen Anzahl oft längere Beobachtung erforderlich. Auf diesem Wege hat sich nun herausgestellt, daß unter allen streng einzelligen Grünalgen nur die eine Gattung *Phacococcus* nob. [noch nicht publiziert! hätte in Kapitel XI publiziert werden sollen, es fehlen Zeichnungen und Beschreibung. Anm. d. Herausgebers] typisch eine Mehrzahl von Chlorophoren führt.

Junge Zellen, welche die Größe von ca. 4 μ noch nicht erreicht haben, besitzen meist einen noch nicht vollständig entwickelten Inhalt, der schwer zu entziffern ist. Daß auch an ausgebildeten Exemplaren die Beschaffenheit der Chlorophoren unter gewissen Umständen unklar[2]) werden kann, wird sich in folgendem ergeben. In

[1]) Diese Gallertlamelle finde ich nur bei Naegeli (Die neueren Algensysteme. 1849, p. 231) bei *Pleurococcus vulg.* (*Desmococcus vulg.* nob.) erwähnt. An einer anderen Stelle, deren Autor mir nicht mehr erinnerlich ist, wird einer „*Stichococcus*“-Art gelegentliche Ausscheidung eines „Wachs“überzuges zugeschrieben.

[2]) Auf diesen auch für manche größere Algen geltenden Umstand ist die Tatsache zurückzuführen, daß die Existenz bestimmt geformter Chlorophyllträger zur Studienzeit einer jetzt noch nicht ganz ausgestorbenen Generation von Botanikern unbekannt war. Erst die mit Recht viel zitierte Arbeit von Schmitz (Die Chloro-

der Regel findet sich aber doch eine gewisse Anzahl von Zellen, welche den Sachverhalt erkennen lassen und zeigen, daß bei den hier behandelten Algen zwei Haupttypen existieren, nämlich das platten(flächen)förmige und das körperliche Chlorophor. Da in keinem Entwicklungsstadium eine wirkliche Umwandlung eines dieser Typen in die andere zustande kommen kann, erscheint diese Differenz zur Abgrenzung größerer Gruppen vorzüglich geeignet.

Das plattenförmige Chlorophor stellt eine der Innenwand der Membran anliegende, je nach seiner Größe schalen- oder becherförmige bis fast hohlkugelige Platte dar, welche zwar in der Mitte etwas verdickt sein kann, aber im ganzen entschieden flächenförmig ausgebreitet ist. Dieses ist bei den Protopleurococcoiden immer, bei ihren einzelligen Begleitern mit einziger Ausnahme von *Phacococcus* [1]), typisch, d. h. an frisch geteilten Zellen nur in der Einzahl vorhanden, wenn auch öfters, insbesondere bei *Apatococcus vulg.* 2—4 Chlorophoren zu sehen sind. Die Teilung der Chlorophoren eilt nämlich hier jener der ganzen Zelle nicht selten so weit voraus, daß sie in den Tochterzellen schon eintritt, bevor noch deren Scheidewände ausgebildet sind. Falls das plattenförmige Chlorophor ein Pyrenoid enthält, erscheint dieses in der Regel mehr oder weniger seitlich gelagert und ist es nur ausnahmsweiser Zufall, wenn die Zelle gerade so liegt, daß es in die Mitte der Zelle zu liegen kommt.

Das körperliche Chlorophor besteht aus einem verschieden gestalteten, aber niemals flachen, sondern immer entschieden dreidimensionalen Körper, welcher beiläufig in der Mitte des Lumens situiert ist und bei unseren Formen immer ein Pyrenoid einschließt. Da letzteres immer in der Mitte des Chlorophors und somit auch jedenfalls nahezu mitten im Zellraume, niemals aber an der äußersten Peripherie, liegt, klärt uns diese Situation sofort über den Charakter des Chlorophors auf.

Bei den grünen Luftalgen war bisher nur jene ringsum mit Vorsprüngen versehene körperliche Form bekannt, welche sich in den *Prasiola*-Arten und in *Pleurococcus vulg.* MENEGH. findet und als „sternförmig" bezeichnet wird. Dabei ist vollständig übersehen worden, daß noch eine zweite körperliche Chlorophorenform existiert, welche normalerweise nicht im mindesten sternförmig, sondern nahezu kugelförmig und ringsum fast glatt oder nur fein krenuliert ist. Diese Form scheint je nach dem Zustande der betreffenden Zelle

phoren der Algen. Bonn 1882) bahnte durch Darstellung dieser Organe zugleich eine Aufklärung der in der früheren Algensystematik bestehenden Unsicherheit an.

[1]) [nomen nudum. Vgl. p. 301] Anm. d. Herausg.



entweder für plattenförmig oder für sternförmig gehalten worden zu sein. Nur so läßt es sich erklären, daß dieses Chlorophor samt der zugehörigen so ungemein verbreiteten Alge (*Chlorococcum sociabile* nob.) noch nicht bekannt ist[1]).

Nebstdem kommt noch eine dritte, etwas unregelmäßig gebaute körperliche und öfters „subzentral" gelagerte Chlorophorenform vor, welche zusammen mit *Chlorococcum murorum* Grev. beschrieben werden soll.

Von der für jede Art des Chlorophors gültigen Regel kommen zahlreiche scheinbare Ausnahmen vor. Schon im normalen Leben der Zelle kann der Charakter des Chlorophors durch die Vorbereitung zur Zellteilung oder durch Überladung mit Reservestoffen verschleiert werden. Sodann machen sich sowohl im freien Leben als insbesondere in Kulturen ungünstige Außenverhältnisse mindestens an einer gewissen Anzahl von Exemplaren bemerklich und verwischen mehr oder weniger jene Unterschiede, welche normalerweise bestehen. So kann sich ein plattenförmiges Chlorophor zusammenballen und den Anschein eines körperlichen Typus erwecken, während andererseits atrophische, ursprünglich zentral gelagerte, körperliche Chlorophore unter Umständen seitlich verschoben werden, was in hydropischen[2]) Zellen eine ganz gewöhnliche Erscheinung ist. Der große rundliche Chlorophyllkörper von *Chlorococcum sociabile* nob. schrumpft bei schlechter Ernährung und bei Plasmolyse zu einem kleineren unregelmäßig zackigen Gebilde zusammen, und die Zelle erinnert dann an gewisse Zustände von *Pleurococcus vulg.* Mengh. oder auch an *Chlorococcum murorum* Greville.

In Kulturen treten bisweilen als Erscheinung der Atrophie lochartige Substanzverluste[3]) in den Chlorophoren auf oder auch

---

[1]) Nur von Wasseralgen (*Palmophyllum* und *Nephrocytium*) gibt Wille (Chlorophyceen. in: Die natürl. Pflanzenfam. 1897 p. 54) an, daß ihr Chlorophor fast die ganze Zelle ausfülle und nur an der Seite eine kleine flache Aushöhlung besitze.

[2]) Zellen, welche durch einen abnormal großen Wassergehalt aufgetrieben sind, habe ich (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1905 p. 70) als „hydropisch" bezeichnet, weil in der animalen Pathologie eine krankhafte Flüssigkeitsvermehrung, besonders eine solche in Körperhöhlen, „Hydrops" genannt wird. Der in Küster's pathologischer Pflanzenanatomie gewählte Ausdruck „hyperhydrisch" schien mir nicht nur etwas unhandlich, sondern auch wegen eines mißlichen Anklangs an die Hyperidrosis (das ist übermäßiges Schwitzen) weniger empfehlenswert.

[3]) Typisch gelochte Chlorophoren habe ich an gesunden atmophytischen Grünalgen noch nicht gesehen. Diesbezügliche Angaben von Chodat und Gerneck scheinen auf Kulturprodukten zu beruhen.

Zerklüftungen [1]), welche zu einem vollständigen Zerfalle führen können, ähnlich jenem, welcher die Mehrzellteilung einleitet.

Die Struktur der Chlorophoren ist bei der Mehrzahl der Arten vollständig oder nahezu homogen, kann aber bei allen unter Umständen körnig werden. Beijerinck [2]) gibt an, daß das Chlorophor von *Cystococcus* und *Stichococcus* bei autophytischer Ernährung durchsichtig und scharf begrenzt, bei saprophytischem Leben aber stark gekörnt sei. Bei frei lebenden Algen unserer Gruppe habe ich Körnung besonders nach andauerndem Regen beobachtet; einmal auch nach Trockenheit und Frost. Es ist demnach für diese Erscheinung nicht ein einzelner bestimmter Grund verantwortlich zu machen, sondern sie kann durch verschiedene ungünstige Momente herbeigeführt werden und findet sich besonders häufig in Kulturen. An Stelle der feinen Körner, oder neben diesen, treten bei allen Arten bisweilen auch größere farblose Kugeln auf, welche der Zelle ein ganz fremdartiges Ansehen verleihen.

In der Literatur öfters erwähnt, aber noch niemals ausführlich besprochen ist der von *Cystococcus humicola* Näg. her bekannte seitliche Ausschnitt des Chlorophors. Aus dieser Erscheinung scheint bisher immer auf die Existenz eines „Glockenchlorophors" geschlossen worden zu sein, und sie stellt in der Tat oft die Öffnung einer krug- oder glockenförmig gebogenen Chlorophyllplatte dar. Nun bin ich aber in der Lage, feststellen zu können, daß ein ganz ähnliches Bild auch an körperlichen Chlorophoren entstehen kann, indem an diesen durch einen seitlichen Ausschnitt Raum für den Kern geschaffen wird. Am deutlichsten tritt dieses Verhältnis bei *Chlorococcum sociabile* nob. zutage, während an dem typisch mit lappig-knotiger Oberfläche und so ohnehin mit einspringenden Winkeln versehenem Chlorophyllkörper von *Pleurococcus vulg.* Menegh. ein besonderer Ausschnitt für den Kern meist nicht bemerkt wird. Nur an den werdenden Aplanosporangien dieser Art fällt oft ein größerer Ausschnitt auf. Im übrigen ist unter allen Umständen der Ausschnitt von wechselnder Größe, bisweilen ziemlich klein und scheint deshalb, sowie insbesondere wegen der verschiedenen Stellung, in welcher die Zellen sich präsentieren, nicht selten ganz zu fehlen.

Die vegetativen Zellen aller hier zu besprechenden Algen

[1]) Nach Matruchot u. Molliard (zitiert in Oltmann's Morphologie usw. Bd. 2 p. 159) wurde durch Dextrinlösung die Clorophyllplatte von *Stichococcus* in eine tief lappige Modifikation übergeführt; in Rohrzucker zerfiel sie vollständig.

[2]) Beijerinck, M. W.: Notiz über *Pleurococcus vulgaris*. Zentralbl. f. Bakt. usw. 1898 p. 187.



erscheinen im Mikroskope **immer grün** und zwar in verschiedenen Tönen, von hell- und bisweilen etwas gelblich- bis dunkelgrün[1]), und zwar einschließlich der Zellen solcher Lager von *Chlorococcum sociabile*, welche makroskopisch eine entschieden zitronengelbe Farbe zeigen. Auch in Ruhezuständen persistiert die grüne Farbe, wenn auch in verändertem Tone, mit einziger Ausnahme von *Cystococcus*, in welchem ein gelbroter Farbstoff[2]) auftritt.

Pyrenoide, jene in ihrem Wesen noch recht unklaren Körper, welche vor SCHMITZ als Chlorophyllbläschen bezeichnet oder auch für Zellkerne gehalten, von diesem Autor aber als besondere, mit Kernen der Chlorophoren vergleichbare Organe erkannt wurden, finden sich bei verschiedenen grünen Luftalgen, und zwar typisch nur in der Einzahl. Vor Verwechslung mit Zellkernen sind sie durch ihren Einschluß in die Chlorophoren geschützt. In normalen vegetativen Zellen sind sie meistens unmittelbar zu sehen, jedenfalls aber durch Jod nachzuweisen, wie schon im 4. Abschnitte näher angegeben ist. Künstlichen Farbstoffen gegenüber verhalten sie sich aber bei unseren Luftformen sowohl im Leben als nach Fixierung ziemlich ablehnend und besitzen keinesfalls die von SCHMITZ an Wasseralgen beobachtete Empfänglichkeit für Anilinfarben.

Fortgesetzte Beobachtung hat ergeben, daß die Pyrenoide in solchen Algen, in welchen sie überhaupt vorkommen, niemals dauernd verschwinden. Zeitweise können sie durch Reservestoffe verdeckt sein und bei der Mehrzellteilung pflegen sie sich vorübergehend der Beobachtung zu entziehen, um dann in den Tochterzellen bald wieder aufzutreten. Auch in verschiedenen abnormen Zuständen

---

[1]) Die im Tone und der Intensität des Zellgrüns bestehenden spezifischen Differenzen sollen im speziellen Teil angeführt werden. Ganz allgemein kann aber die Farbe der Einzelzellen durch äußere Verhältnisse der Ernährung, Belichtung usw. modifiziert werden. Nach BORESCH, K. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 52 p. 185) ist z. B. die Bildung und Anhäufung des Chlorophylls nicht nur bei den Cyanophyceen, sondern auch bei gewissen Chlorophyceen von einer gewissen disponiblen Stickstoffverbindung abhängig. Angesichts solcher Veränderlichkeit klingen Bezeichnungen ähnlich der *Chlorella „luteo-viridis* var. *lutescens*" CHOD. wie eine Parodie.

[2]) Diese Farbe entspricht nicht dem Hämatochrom oder Karotin, denn sie verändert sich weder durch Jod, noch durch Säuren. Vermutlich stellt sie ein noch nicht näher bekanntes Derivat des Chlorophylls dar, ähnlich wie jene rötlichgelben Tröpfchen, welche bisweilen den alleinigen Inhalt abgestorbener Zellen von *Chlorococcum sociabile* ausmachen und wie jene mehr bräunlichen Körner, welche in spontan abgestorbenen oder durch Formol getöteten Zellen bei allen Arten vereinzelt auftreten können und vielleicht dem Hypochlorin PRINGSHEIM's entsprechen.

der Algen gelingt der Nachweis nicht bei allen Zellen, woraus jedoch nicht gefolgert werden darf, daß das Pyrenoid kein regelmäßiger Bestandteil der betreffenden Art sei [1]). Denn ein Pyrenoid ist niemals eine Abnormität, sondern kann nur vorübergehend unsichtbar werden.

Die Pyrenoide sind meist von kugelrunder Form und bei derselben Art von annäherungsweise gleicher Größe; in einzelnen Fällen, welche ich besonders an *Cystococcus humicola* häufiger gesehen habe, sind sie auch von etwas unregelmäßiger Form und können eine außergewöhnliche Größe erreichen.

Bei den Wasseralgen werden die Pyrenoide bekanntlich als Stärkebildner aufgefaßt. Diese Bedeutung kann ihnen bei den Luftalgen aber kaum zukommen, da es mir noch nicht gelungen ist, durch Jod eine blaue Färbung in ihrem Umkreise zu erzielen. Dieses Ergebnis beruht auf der allgemeinen, durch vielfache Versuche festgestellten Tatsache, daß Stärke, welche sich durch Jod bläut, bei diesen Algen überhaupt nicht vorkommt. In Anbetracht verschiedener Literaturangaben [2]) kann dieses Resultat nicht überraschen.

KLEBS nimmt an, daß in Dauerzuständen von *Pleurococcus vulg.* NÄG. farbloses Öl enthalten sei. Ich konnte aber niemals an einer *Pleurococcus*-ähnlichen Form, noch an einer anderen grünen Luftalge

[1]) CHODAT (Algues vertes p. 283) schreibt seiner Fiktion *Pleurococcus Naegelii* var. *microthamnioïdes* eine hier und da auftretende Pyrenoidspur zu. (Il ma semblé apercevoir ici et là une ébauche de pyrenoide).

[2]) KLEBS, G. (Über die Organisation einiger Flagellaten. 1885, p. 133) fand *Pleurococcus vulg.* NÄG. und STAHL, E. (Der Sinn der Mycorhizenbildung. in: Jahrb. f. wiss. Bot. 1900 p. 564—566) dieselbe Alge und die Gonidien mehrerer Flechten stets stärkefrei. Nach letzterem Autor steht die Bildung von Stärke oder löslichen Kohlenhydraten in Zusammenhang mit der mehr oder weniger steten Wasserversorgung. Im übrigen gibt BEIJERINCK (Kulturversuche mit Zoochlorellen usw. 1890 p. 728 u. 764 Anm.) an, daß Amylum, welches sich durch Jod bläut, bei niederen Algen überhaupt äußerst selten vorkommt, und daß dieses Assimilationsprodukt insbesondere bei *Scenedesmus* und *Chlorella*, nach der Braunfärbung zu schließen, durch Paramylum ersetzt sei. Schon früher hatte NAEGELI (l. c. p. 86) bemerkt, daß der Inhalt eines hydrophilen *Characiums* sich durch Jod nur braun bis rotbraun färbte, und WILLE (Algolog. Unters. 1906 p. 28) hebt neuerdings hervor, daß in seiner *Coccomyxa littoralis* keine Stärke nachzuweisen war. Ein anderer Autor (CHARPENTIER, P. G.: Recherches sur la physiologie d'une algue verte. in: Ann. de l'Inst. Pasteur 1903 p. 369 f.) gibt an, daß eine Alge, welche er *Cystococcus humicola* nennt, im Dunkeln große Stärkekörner bilden könne, im Lichte aber nur lösliche Substanzen, wie Dextrin usw. Da diese Alge aber auch zur Sproßbildung befähigt war, ist ihre systematische Stellung höchst zweifelhaft.



mit einer vorher auf ihre Wirksamkeit geprüften Lösung von Osmiumsäure eine Braun- oder Schwarzfärbung von Zellbestandteilen erzielen.

Den Kern der Protopleurococcoiden glaube ich oft unmittelbar gesehen zu haben. In den mit plattenförmigen parietalen Chlorophoren ausgestatteten Formen liegt er mehr oder weniger zentral, bei körperlichen Chlorophoren aber naturgemäß lateral. Ein sicherer Nachweis durch Tinktion mit Boraxkarmin (nach Chromsäurefixierung) oder Hämatoxylin Delaf. (nach Alkohol) wollte aber niemals gelingen [1]), denn von den Körnern, welche nach diesen Fixierungsmethoden im Zellinhalte aufzutreten pflegen, färbten sich meistens mehrere in verschiedenem Grade. Erst ein sehr altes Hämatoxylinpräparat von unbekannter Qualität führte schließlich mehrmals zum Ziele.

Durch Jod war keine Gelbfärbung der vermutlichen Kerne zu erzielen, sie erschienen dann vielmehr heller als ihre Umgebung. Um die Hauptziele dieser Arbeit nicht aus dem Auge zu verlieren, konnte ich mich übrigens mit der Kernforschung nicht allzu lange befassen und begnüge mich mit der Konstatierung, daß die grünen Luftalgen, wie in anderen Dingen, so auch der Härtung und Färbung des Inhalts gegenüber sich mehrfach in eigenartiger Weise verhalten.

Stigmata fehlen bei diesen und den ihnen ähnlichen Luftalgen vollständig und deuten eventuell auf Flagellaten.

Schließlich möge noch erwähnt sein, daß nicht nur hydrophytische, sondern auch atmophytische Grünalgen bisweilen von Chytridiaceen befallen und deformiert werden. Wille [2]) hat in freilebender *Prasiola crispa* ein Olpidium gefunden, und dem Verf. dieses sind Spuren ähnlicher Parasiten in kultivierten Protopleurococcoiden vorgekommen.

VI. Zellteilung, Aplanosporen-, Schwärmer-, Familien- und Thallombildung.

Bei Behandlung der Zellteilung haben die Lehrbücher immer vorwiegend die Verhältnisse der höher organisierten Gewächse im Auge. Deshalb möge es gestattet sein, hier die Besonderheiten hervorzuheben, welche den so einfach organisierten niederen Grünalgen zukommen und insbesondere darauf hinzuweisen, daß auch die

[1]) Imhäuser, J., Entwicklung und Formenkreis von *Prasiola*. in: Flora 1889 p. 237) konnte auch den Kern von *Pr. crispa* nicht nachweisen.

[2]) Wille, N. in Nyt. Mag. f. Naturvidenskab 1902, Taf. III Fig. 21—22.



physiologischen Funktionen dieser Organismen weniger scharf differenziert zu sein scheinen, und daher die ganze Frage hier von einem anderen Standpunkte aus in Angriff zu nehmen, als sonst üblich ist.

Die Zellteilung gilt bekanntlich neben der freien Zellbildung [1]) (einschließlich der Vollzellbildung) und der Kopulation als ein Haupttypus der verschiedenen Entstehungsmöglichkeiten neuer Zellen. Sie wird als rein vegetativer Vorgang angesehen und ihr Begriff meist so eng gefaßt, daß er sich auf Wandteilung beschränkt. „Der Protoplasmakörper der Mutterzelle spaltet sich in zwei neue, wobei die Trennungsfläche eine eigentümliche Struktur (Zellplatte) erhält und zumeist in eine neue Membran sich umbildelt.“

BERTHOLD [2]) erklärt die „Zellteilung für einen Spezialfall der in pflanzlichen Zellen allgemein verbreiteten Vorgänge, welche Abscheidung von Zellulosesubstanz im Innern des von der alten Membran umschlossenen Raumes zur Aufgabe haben.“ Nach dieser Auffassung müßten alle jene Teilungsvorgänge, bei welchen die Tochterzellen nicht sofort durch Zellulosewände getrennt werden, vom Begriffe der Zellteilung ausgeschlossen sein. Eine solche Anschauung scheint aber mit dem zurzeit gültigen Zellbegriffe nicht übereinzustimmen. Nachdem als wesentlicher Bestandteil der Zelle nur das Protoplasma angesehen wird, die Membran dagegen, welche ja bei den „Primordialzellen“ überhaupt fehlt, als ein fakultatives Gebilde gilt, müssen wir eine Teilung der Zelle als vollzogen erachten, sobald sich deren lebendes Protoplasma vollständig in Tochterzellen umgewendet hat. Ob letztere durch Zellulosewände getrennt werden, oder sich zunächst wie Primordialzellen verhalten, ob die Zellwand sich am Vorgange beteiligt oder unbeteiligt bleibt, und ob den Tochterzellen vegetativer oder reproduktiver Charakter zuzuschreiben ist, kommt erst in zweiter Linie zur Begründung von Unterarten des Teilungsvorganges in Frage.

---

[1]) Der Begriff „freie Zellbildung“ ist schon in verschiedenem Sinne aufgefaßt worden. Während BERTHOLD (Studien über Protoplasmamechanik, 1886 p. 286) hierunter alle Zellbildungsvorgänge zusammenfaßt, „bei denen die in Ein- oder Mehrzahl aus einer ursprünglichen Zelle hervorgehenden Tochterzellen von Anfang an mit der Mutterzelle nicht im Gewebeverbande befindlich sind“, schließen wir uns hier der Anschauung jener Autoren an, welche im Sinne SCHLEIDEN's eine freie Zellbildung nur ausschließlich dann annehmen, wenn sich neue Zellen nur aus einem Teile des Protoplasmas herausbilden, während ein anderer Teil übrig bleibt und die Mutterzelle als solche fortbesteht. Alle jene Fälle, in welchen das gesammte Protoplasma sich in Tochterzellen umwandelt, werden deshalb hier als Vorgänge der Zellteilung aufgefaßt werden.

[2]) BERTHOLD, G., l. c. p. 177.



Von diesen Teilungsmodifikationen, welche bei den niederen Grünalgen alle das Eine gemeinsam haben, daß sie an kein bestimmtes Alter und an keine bestimmte Größe der Zelle gebunden sind, welche vielmehr jederzeit eintreten können, müssen wir zunächst jene zwei Hauptformen ins Auge fassen, welchen das Verhältnis der Mutterzellhaut zum Zellinhalte den besonderen Stempel aufprägt:

1. Die primäre[1]) Wandteilung oder Fächerung vollzieht sich in der Weise, daß das Protoplasma, ohne sich von der Zellwand zu lösen, durch eine Zellplatte geteilt wird, welche bald zu einer mit der Innenschichte der Mutterzellhaut fest verbundenen Scheidewand[2]) erstarkt. Infolgedessen teilen sich die Tochterzellen in die persistierende mütterliche Membran und nur ein der ursprünglichen Teilungsfläche entsprechender Teil ihres Umfanges erhält eine neugebildete Membran in Gestalt der Scheidewand.

Die Produkte der Wandteilung sind auch normalerweise zu keiner Form- noch Ortsänderung befähigt, sondern bleiben, falls nicht durch Absterben von Nachbarzellen abnormale Verschiebungen eintreten, bis zum Zerfalle der Familie oder des Thalloms in der ursprünglichen gegenseitigen Lage.

Diese Teilungsart bildet gleichzeitig immer nur zwei Tochterzellen, kann sich aber als primäre simultane Wandteilung sukzessive beliebig oft wiederholen und immer wieder zu Bildung zweier neuer Tochterzellen führen, während simultane Bildung einer Mehrzahl von primären Scheidewänden im Innern einer einzelnen Zelle nicht bekannt ist. Daß trotzdem die Anzahl der in einer Familie oder einem Thallome vorhandenen Zellen nicht immer durch zwei teilbar ist, beruht in den meisten Fällen, insoweit nicht einzelne Zellen abgestorben sind, auf dem Umstande, daß die sekundären Teilungen nicht immer an allen Gliedern der vorhergehenden Generation gleichzeitig auftreten. Bei den uns beschäftigenden Algen folgt die Anordnung der Zellen immer dem „Prinzip der rechtwinkligen Schneidung der Teilungsflächen“[3]). Im optischen Durchschnitte der so entstandenen

[1]) Die Bezeichnung „primäre Wandteilung“ ist deshalb nötig, weil auch nach wandfreier Zellteilung sekundär Scheidewände entstehen können, wie bei Besprechung der Familien unten gezeigt werden soll.

[2]) Diese entsteht bei den niederen Algen niemals ringförmig succedan, sondern immer simultan.

[3]) Der Autor dieses Prinzips (Sachs, J.: Über die Anordnung der Zellen in jüngsten Pflanzenteilen, 1882, p. 60) erwähnt als Ausnahme auch das Protonema der Laubmoose. Da mir nun derartige Organismen vielfach in die Hand gekommen sind, konnte ich mich überzeugen, daß nicht nur das Protonema, sondern auch die

Zellverbände zeigt das Mikroskop deshalb lediglich rechte Winkel an den Ansätzen der Septa, stumpfe oder spitze Winkel kommen nur auf Anlaß der oben angedeuteten Verschiebungen und einiger anderer abnormaler Verhältnisse vereinzelt zur Beobachtung.

Tritt Zerfall solcher Zellverbände ein, so erfolgt dieser durch Spaltung der Scheidewände, worauf sich die früheren Kontaktflächen und Kanten der Zellen abrunden. Hierbei ist von der ursprünglichen Mutterzellhaut in der Regel nichts mehr zu sehen. Nur ganz ausnahmsweise bleiben Reste der äußeren Schichte von stark verdickten Mutterzellhäuten erhalten, worauf wir bei *Apatococcus* zurückkommen werden.

Die Wandteilung hat ausschließlich vegetativen Charakter und ist nicht nur den thallombildenden Formen eigentümlich, sondern auch jenen im weiteren Sinne einzelligen [1]) Algen, welche gallertfreie Familien bilden können.

2. Die wandfreie Zellteilung, welche nicht mit der in Fußnote 1 S. 308 erwähnten „freien Zellbildung" zu verwechseln ist und sich an diesem Vorgange nicht beteiligt, betrifft lediglich das Protoplasma, während die Membran der Mutterzelle entweder zunächst vollständig erhalten bleibt oder auch früher oder später vollständig gelöst wird, so daß niemals primäre Septa entstehen können.

Die Tochterzellen entstehen also ganz unabhängig von der Mutterzellhaut und erhalten später eventuell eine vollständig neue eigene Membran. In diesem Sinne sprechen wir von „wandfeier" Zellteilung,

---

jüngsten Abschnitte der Rhizoiden in derRegel rechtwinklig septiert sind, so daß die an älteren Teilen der letzteren regelmäßig auftretende Schiefstellung der Scheidewände auf sekundärer Verschiebung beruhen muß.

[1]) Naegeli, C. (Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849 p. 1—4) führt als charakteristische Merkmale der einzelligen gegenüber der mehrzelligen Algen an, daß die Zellen 1. bloß reproduktive und in der Regel nur einerlei Art der Zellbildung besäßen, 2. daß sie „in der Regel" getrennt und ohne organischen Zusammenhang seien, wobei zwischenliegende und umhüllende Gallerte nicht als solcher zu betrachten sei, und 3. daß sie sich in bezug auf die Fortpflanzungsfähigkeit alle gleich verhielten. Von der in dieser Charakteristik enthaltenen Freiheit „in der Regel" hat der Autor Gebrauch gemacht, indem er seine Gattungen *Pleurococcus* (*Desmococcus nob.*) und *Stichococcus*, deren Tochterzellen eine Zeitlang durch Scheidewände verbunden bleiben können, trotzdem zu den einzelligen Algen rechnet. Vom sachlichen Standpunkte aus müssen wir uns hier anschließen, werden aber derartige Formen zum Unterschiede von den „streng einzelligen", welche niemals Scheidewände im Anschluß an die Mutterzellhaut bilden, als einzellig im weiteren Sinne bezeichnen. Durchwachsungen kommen hierbei niemals vor. Eine genaue Unterscheidung zwischen den drei von Naegeli angegebenen Charakteren ist jedenfalls für die Systematik wichtig.



denn auch in jenen selteneren Fällen, in welchen später (sekundäre) Scheidewände zwischen den Tochterzellen auftreten, schließen sich diese niemals an die Mutterzellhaut an, sondern verbinden nur die Tochterzellen unter sich.

Die Gestaltung und Lagerung der letzteren ist bei der wandfreien Zellteilung sowohl von ihrer Anzahl, als von den an der Oberfläche der Mutterzelle bestehenden Spannungsverhältnissen abhängig. Zur Wirksamkeit des hier erwähnten Faktors genügt bei der geringen Menge des vakuolenfreien Protoplasmas, aus welchem junge Zellen bestehen, schon die allen flüssigen oder halbflüssigen Stoffen eigentümliche Oberflächenspannung, während das größere Volumen des schon mehr differenzierten Protoplasmas, welches ältere Zellen enthalten, einer Membran bedarf, um sich bei der Teilung dem von PLATEAU [1]) an den Bläschen des Seifenschaums studierten „Prinzip der kleinsten Flächen" zu fügen.

Da dieses Prinzip rechtwinklige Schneidung der auftretenden Lamellen nur dann verlangt, wenn sich diese an feste Wände ansetzen, während solche Ansätze bei der wandfreien Zellteilung ausgeschlossen sind, stoßen hier die Trennungsflächen der Protoplasmaabschnitte, typisch nicht unter rechten, sondern nur unter schiefen Winkeln anneinander. Diese Eigentümlichkeit wird auch bei Zunahme der sukzedanen Teilungen beibehalten, so lange die Oberflächenspannung der Zelle besteht. Sobald durch deren Wegfall sich aber eine Erweiterung [2]) des Zellraumes ermöglicht, kann sich Form und Lagerung der Teilstücke in beliebiger, d. h. in sehr mannigfaltiger, von schwer kontrollierbaren Einflüssen abhängiger Weise verändern. Die Tochterzellen zeigen dann immer kleiner werdende Kontaktflächen, um sich schließlich vollständig abzurunden. Dieser Schlußeffekt tritt nach einer durch Einreißen der Mutterhaut bedingten plötzlichen Aufhebung des durch die Membranspannung bisher bedingten Innendruckes meistens sofort ein.

Viele der hier möglichen Teilungszustände sind von den Autoren schon abgebildet worden; dagegen vermisse ich die Begründung ihrer Entstehungsweise sowie insbesondere die ausdrückliche Feststellung des Umstandes, daß Form und gegenseitige Lage der Protoplasmaabschnitte einer in wandfreier Teilung begriffenen Zelle auch bei noch

[1]) Zitiert von BERTHOLD, l. c. p. 87, 219 u. 255.

[2]) Diese Erweiterung kann unter Umständen auch eine relative sein, denn es ist schon beobachtet worden, daß das Protoplasma sich vor Bildung neuer Zellen durch Wasserabgabe zusammenzog. Vgl. WIESNER, J.: Die Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Wien 1881, p. 55.



bestehender Oberflächenspannung veränderlich sind, wenn auch nur innerhalb des durch vorerwähntes Prinzip gewährten Spielraumes.

Deshalb möge es gestattet sein, die hier generell angedeuteten Verhältnisse durch spezielle Darstellung der auf jeweiliger Anzahl der Teilungsprodukte beruhenden Modifikationen zu beleuchten. Bei dieser Gelegenheit werden wir sehen, daß auch durch wandfreie Zellteilung sehr häufig nur zwei Tochterzellen entstehen, daß aber nach bisheriger Annahme auch simultane Mehrzellteilung vorkommt.

Bei der wandfreien Zweiteilung ausgebildeter Zellen ist die Zellplatte in derselben Weise zwischen zwei gegenüberliegenden Seiten der Zelle ausgespannt, wie im ersten Stadium der Wandteilung und der Charakter des Vorganges offenbart sich erst, sobald die Membran in dem Maße entspannt wird, daß sich die Tochterzellen von ihr zurückziehen können. Solche Mutterzellen, deren Membran noch nicht ausgebildet ist, können einfach in zwei, von ihr nur durch geringere Größe verschiedene Tochterzellen zerfallen.

Die erste Teilungspotenz, bei welcher die Tochterzellen charakteristisch geformt erscheinen, ist die wandfreie Vierteilung. Im Beginn dieses Prozesses, d. h. bei noch bestehender Oberflächenspannung finden wir hier immer eine tetraëdrische Gestaltung der Tochterzellen, während ihre gegenseitige Lage zugleich den vier Ecken einer dreiseitigen Pyramide, d. i. eines Tetraëders, entspricht. Diese in der Literatur schon vielfach erwähnte Anordnung hat man immer auf einen simultanen Teilungsvorgang [1]) zurückgeführt, welcher nach A. BRAUN die „echte" Vierteilung darstellen soll, im Gegensatze zu der „scheinbaren" (sukzedan dekussierten) Vierteilung. Dieser Autor ist der einzige, welcher es deutlich ausspricht, daß die tetraëdrisch gelagerten

[1]) NAEGELI, C. (Die neueren Algensysteme. Zürich 1847, p. 125) findet „ein zweites Gesetz der Zellenbildung" darin, daß in einer Mutterzelle zu gleicher Zeit vier Tochterzellen entständen, welche wie die Ecken eines Tetraëders zueinander gelagert seien. Der Autor begründet hierauf seine hypothetische Gattung *Tetrachococcus* und bemerkt zugleich, daß deren Zellenbildung die gleiche sei, welche auch bei der Bildung der Spezialmutterzellen in den Antheren der Phanerogamen und in den Sporangien der viersporigen Kryptogamen vorkäme. Bei den letzteren läßt auch FALKENBERG (Die Algen im weitesten Sinne. Breslau 1882, p. 178) die tetraëdische Tetrasporenform der Florideen (sporae triangule divisae) simultan entstehen. Ferner sagt A. BRAUN (Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851) auf p. 276—277: „Bei der Vermehrung der einzelligen Algen" (namentlich Palmellaceen) „kommt neben scheinbarer Vierteilung ohne Zweifel auch echte Vierteilung vor. Die erstere entsteht dadurch, daß auf eine erste Zweiteilung sogleich eine zweite folgt", und auf p. 277: „Ich selbst habe bei *Protococcus viridis* untermischt bloß Zweiteilung und scheinbare (dekussierte) und echte (tetraëdrische) Vierteilung beobachtet, die zwei letzteren nur durch die



Zellen auch eine besondere Form besitzen, ohne diese Form jedoch näher zu bezeichnen. Aus Figuren anderer Autoren sehen wir jedoch, daß bei gewissen Stellungen der in tetraëdrischer Teilung begriffenen Zelle in deren optischem Durchschnitte drei unter Winkeln von je 120° zusammenstoßende Teilungslinien erscheinen.

Mangels entsprechender stereometrischer Modelle läßt sich die Bedeutung dieser optischen Erscheinung dadurch aufklären, daß man vier halbfeuchte Tonkugeln mit Fett bestreicht und in einen Gazebeutel einschnürt. Hierbei zeigt sich erstens, daß die Kugeln sofort eine tetraëdrische Lage annehmen, Zweitens ändert sich ihre Form mit Zunahme der konzentrischen Pressung in einer dem Prinzip der kleinsten Flächen entsprechenden Weise. Ihre inneren Hälften fügen sich nämlich derart ineinander, daß an jeder drei kongruente dreieckige Flächen entstehen, welche zusammen je eine auf der äußeren etwas abgeflachten Hälfte der Kugel aufsitzende gleichseitige Pyramide bilden. Betrachtet man eine solche Pyramide von oben, so werden ihre Kanten in die Ebene projiziert und scheinen nun unter je 120° zusammenzustoßen.

Diese eigentümliche G e s t a l t u n g der Tochterzellen ist nun ein charakteristisches und untrügliches Kennzeichen der wandfreien Zellteilung, während tetraëdrische A n o r d n u n g auch durch Wandteilung zustande kommen kann, wenn die sekundäre Teilungsebene sich mit der primären kreuzt. [Da liegt offenbar ein Lapsus vor; hier kann keine „tetraëdrische" Anordnung zustande kommen, sondern nur die sogleich zu besprechende Anordnung. Anm. d. Herausg.]. In letzterem Falle stellen die Tochterzellen aber Kugelquadranten dar, die innen nur je zwei rechtwinklig zusammenstoßende Flächen aufweisen, wodurch im optischen Durchschnitt keine dreistrahlige, sondern nur eine + bis T-förmige Figur entstehen kann. Hiervon kann man sich durch entsprechende Schnittführung an einer Tonkugel oder auch an einem Apfel leicht überzeugen. [Also keine tetraëdrische Anordnung! Das optische Querschnittsbild der Wände der vier aneinander gelagerten Kugelquadranten ist, wenn deren Axe der optischen Axe parallel ist, ein +, das bei schiefer Stellung zur optischen Axe ungleicharmig wird bis zu einem ⊤, eventuell aber, wenn die Axe der Kugelquadranten zur optischen

Form der Zellen unterscheidbar, aus welcher allein ich in diesem Falle auf die Bildungsweise schließen konnte." Die naheliegende Schlußfolgerung, daß diese Verschiedenheit der Bildungsweise auf mindestens zwei verschiedene Gattungen hindeute, welche in dem vermeintlichen „*Protococcus*" enthalten seien, hat der Autor aber nicht gezogen.



Axe senkrecht steht, auch eine solche ⊖, oder solche ⊜ Figur[1]). Anm. d. Herausg.]. Diese durch primäre Wandteilung entstandene Form und Stellung der Tochterzellen bleibt auch konstant, während die durch wandfreie Teilung geschaffenen Verhältnisse sich mit Wegfall der Oberflächenspannung sofort verändern.

Ferner zeigte die Beobachtung lebender Zellen von *Chlorococcum*- und *Cystococcus*-Arten, daß tetraëdrische Vierlinge aus Zwillingen hervorgehen können. Die zweite Teilung vollzieht sich hierbei in der Weise, daß die ursprünglichen Ansätze zur Kreuzteilung sich schnell in tetraëdrischem Sinne umgestalten, indem vermöge der Plastizität des Protoplasmas die Zellplatten sich alle nach dem Prinzip der kleinsten Flächen orientieren[2]). Wenn dieser Vorgang auch nur selten direkt zu beobachten ist, so beweist er doch die Möglichkeit dieser Umwandlung und legt sogar die Vermutung nahe, daß auch scheinbar simultan entstandene Tetraëder durch sehr rasch aufeinanderfolgende Zweiteilungen zustande gekommen sind.

Die Plastizität des Protoplasmas macht sich ebenso bei der Mehrteilung bemerkbar. Unter diesen Begriff reihen wir alle wandfreien Teilungsvorgänge ein, bei welchen der ganze Zellinhalt sich in mehr als vier Tochterzellen umwandelt.

In Beständen von Algen, welche hierzu befähigt sind, wie z. B. von *Chlorococcum sociabile* nob., finden wir oft neben zweigeteilten und tetraëdrisch viergeteilten Zellen auch andere Exemplare, welche eine erheblich größere Zahl von Protoplasmaabschnitten enthalten. Im optischen Durchschnitte solcher mehrteiliger Zellen sehen wir dann fünf- bis sechs- bis siebeneckige Polygone in so verschiedener Weise angeordnet, daß kaum jemals eine dieser Mutterzellen der anderen gleicht.

Nun wäre die Annahme, daß diesen verschiedenen Teilungsbildern ebensoviele verschiedene Teilungsgesetze zugrunde lagen, nicht nur unwahrscheinlich, sondern auch überflüssig, weil sich die Erscheinung sehr wohl durch Aufeinanderfolge von Zweiteilungen erklären läßt, welche nicht immer gleichzeitig an allen Teilstücken

---

[1]) [Im zweiten Kreise sollen die inneren (zwei Tochterzellwände darstellenden) Bögen den äußeren (die Mutterzellwand darstellenden) Kreis beiderseits berühren. Dies erkennt man aber im mikroskopischen Bilde deutlich nur bei entsprechend tieferer Einstellung.]

[2]) Eine ähnliche Verschiebung der Zellplatten scheint auch bei der Vierteilung von Farn-Sporenmutterzellen vorzukommen. Nach Angabe eines älteren Lehrbuches (PRANTL) soll nämlich hierbei in gewissen Fällen die Zellplatte der ersten Zweiteilung „zurückgebildet“ werden, worauf eine neue (tetraëdrische) Vierteilung eintrat.

auftreten, aber unter allen Umständen jedesmal eine dem Gesetze der kleinsten Flächen entsprechende Verschiebung aller Zellplatten veranlassen.

Diese Annahme stützt sich auf die weitere Beobachtung, daß beim Zerfall polyedrisch geteilter Mutterzellen nicht immer nur gleich große Tochterzellen, sondern oft nebstdem auch größere, noch unvollständig geteilte Protoplasmaabschnitte frei werden, und zwar auch solche, welche in Zweiteilung begriffen sind.

Alle jene Fälle, in welchen sukzedane Mehrteilung sicher festgestellt werden konnte, besaßen vegetativen Charakter, da die Teilprodukte unbeweglich waren; bei Zoogonidienbildung ist es mir jedoch nicht gelungen, die zwischen simultaner und sukzedaner Teilung schwankenden Literaturangaben nach der einen oder anderen Seite zu stützen [1]), da dieser Vorgang nur selten und immer nur in rasch vorübergehender Weise zur Beobachtung kam. Die von mehreren Autoren erwähnte Hüllblase, in welche die austretenden Schwärmsporen nicht nur bei Wasseralgen (*Pediastrum*, *Halosphaera*, *Oedogonium*, *Ulothrix* und *Chlorococcum infusionum* Meneghini), sondern auch bei Flechtengonidien (*Chlorococcum sociabile* nob.) eingeschlossen waren, konnte ich an den hier beschriebenen Algen niemals auffinden [2]). An frisch eingesammeltem Materiale letzgenannter Art schienen vielmehr die Schwärmer frei und einzeln auszutreten und ein Zoogonidangium von *Cystococcus humicola* sah ich aufplatzen, worauf sich die Zoogonidien sofort zerstreuten.

Ebensowenig konnte ich mich jemals überzeugen, daß lediglich

[1]) Famintzin, A. (Die anorganischen Salze usw. 1873, p. 45) gibt z. B. an, daß bei zwei Algen, welche er *Protococcus viridis* und *Chlorococcum infusionum* nennt, die unbeweglichen Kugeln bald durch sukzedane Teilung des ganzen Inhaltes, bald durch simultane Teilung des peripheren Plasmas entstehen, während Hansgirg (Prodromus I. 1886, p. 141) die unbeweglichen Keimzellen von „*Protococcus*“ durch simultane, die Zoogonidien aber durch sukzedane Teilung entstehen läßt und Klebs, G. (Über die Organisation einiger Flagellatengruppen usw. in: Unters. d. Bot. Inst. Tübingen 1885, p. 342) angibt, daß die Zoosporenbildung bei den Protococcoideen „meist“ durch sukzedane Zweiteilung stattfinde.

[2]) In Kulturen sahen Famintzin u. Baranetzky (Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Gonidien usw. Bull. Acad. Petersburg 1868 p. 57) und Woronin (Recherches sur les gonidies du lichen Parmelia pulverulenta. in: Ann. sc. nat. V. Sér. Bot. 16 1872, tab. XIV Fig. 5) den gesamten Inhalt eines Sporangiums in einer Hüllmembran austreten. Verf. dieses hat seinerseits den noch ungeteilten Inhalt von kultivierten *Cystococcus*- und *Trochiscia*-Zellen samt der Innenschichte der Zellhaut bisweilen durch einen Riß der Außenschichte sich bruchsackartig hervordrängen sehen. Da dieser Vorgang eine Kulturerscheinung zu sein schien, wäre wohl nachzuprüfen, ob die oben erwähnte Hüllmembran nicht die gleiche Bedeutung hat.



das periphere Plasma[1]) zur Schwärmerbildung verwendet wurde und sah auch niemals neben den Schwärmern ein „Periplasma“ [2]) zutage treten.

Aus diesen Gründen möchte ich die bei den hier zu besprechenden Algen vorkommende, (wirklich oder scheinbar) simultane Entstehung zahlreicher Schwärmer, bei welcher das gesamte Protoplasma verbraucht wird, nicht, wie vielfach üblich ist, als „Vielzell-Bildung“ von den Vorgängen der Zellteilung ausschließen, sondern sie vielmehr als eine Unterart der wandfreien Zellteilung auffassen [3]). Somit kann letztere bei den niederen Grünalgen sowohl vegetative als reproduktive Bedeutung haben; sie stellt die ausschließliche Ver-

---

[1]) Diese Annahme scheint mir dadurch entstanden zu sein, daß die mit einer parietalen Chlorophorplatte ausgestalteten Algen — wie z. B. *Cystococcus humicola* — oft eine sehr große Zentralvakuole besitzen, so daß die Schwärmer in einem früheren Stadium ihrer Entwicklung alle peripher gelagert sind.

[2]) Möbius, M. (Algen Javas. in: Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1893 p. 123) gibt an, daß die Bildung von Periplasma in den Sporangien der Algen eine ebenso seltene Erscheinung sei, als sie bei den Pilzen häufig auftrete. Nur bei der Entstehung der Spermatozoiden bliebe bei verschiedenen Algen ein Plasmarest in der Mutterzelle zurück, während zur Ausbildung der weiblichen Zellen, Schwärmsporen und Isogameten regelmäßig alles Protoplasma verbraucht werde. Gegenteilige Angaben anderer Autoren streifen so vielfach das Gebiet der Vermutungen, daß hier auf zweierlei abnormale Möglichkeiten aufmerksam gemacht werden muß. Erstens bleiben nach der Entleerung der Sporangien öfters nicht nur einzelne Schwärmer, sondern gelegentlich auch größere, noch ungeteilte Protoplasmaabschnitte zurück, und zweitens sterben, wie bei der freien Zellteilung überhaupt, so auch im Beginn der Schwärmerbildung oft einzelne Teilstücke ab und wandeln sich dann in formloses „Periplasma“ um. Diese Erscheinungen können im freien Leben der Algen auftreten, werden aber noch häufiger in Kulturen beobachtet. Über die Frage, ob alle von den Autoren als „Periplasma“ angesprochenen amorphen Massen lebendes oder abgestorbenes Protoplasma und z. B. von den allerdings ziemlich hypothetischen Toxoplasten herstammen, oder ob sie nicht Schleimmassen darstellen, darüber finde ich in der Literatur keine Entscheidung. Was ich von Inhaltsresten in entleerten Sporangien kleiner Luftalgen sah, erwies sich in einzelnen Fällen als unvollständig geteilte Protoplasmaabschnitte, welche (ebenso wie einzelne fertige Schwärmer) bisweilen wenigstens vorläufig in der Mutterzelle zurückbleiben. Häufiger noch aber kommt es vor, daß während des Zellteilungsprozesses einzelne Tochterzellen absterben und sich dann in eine krümlige Masse umgestalten, welche man aber doch nicht wohl als Periplasma im Sinne der Autoren bezeichnen kann. Diese im Freileben der Algen auftretenden Erscheinungen beobachtet man noch häufiger in Kulturen und sind jedenfalls als abnorme anzusehen.

[3]) Diese Auffassung findet auch eine Stütze in Strasburger's Lehrbuch 1906 p. 77, nach welcher die besonders im Embryosacke vorkommende simultane Vielzellbildung durch alle Zwischenstufen mit sukzedaner Zweiteilung verknüpft ist und als eine durch rasche Größenzunahme der Zellen bedingte Abkürzung des Vorgangs aufzufassen sein soll.



mehrungsweise der streng einzelligen Algen dar und leitet bei allen übrigen die Bildung der Schwärmer ein.

Die grundlegende Verschiedenheit der in vorstehendem erörterten zweierlei Teilungsarten, nämlich einerseits der Wandteilung, und andererseits der wandfreien Zellteilung, mußte deshalb ausführlicher behandelt werden, weil sie schon mehrfach übersehen worden ist. Bei ihrer Berücksichtigung hätte es z. B. nicht vorkommen können, daß gewisse Formen, welche sich nur durch wandfreie Teilung vermehren und niemals primäre Scheidewände bilden, wie *Pleurococcus miniatus* Näg. und *Pl. regularis* sowie *Pl. conglomeratus Artari* mit *Pl. vulgaris* Naeg. (*Desmococcus vulg.* nob.) in dieselbe Gattung gestellt wurden, obwohl letztere Art sich nur durch Wandteilung vermehrt und niemals wandfreie Teilungen eingeht.

Ein solches Verfahren ist um so mehr zu beanstanden, als die Alternative: „Wandteilung oder wandfreie Teilung" ein nicht nur konstantes, sondern auch in allen Fällen sicher festzustellendes Kennzeichen abgibt und deshalb zur Umgrenzung größerer Algengruppen tauglicher erscheint, als jene andere, bisher übliche, welche die Befähigung zur vegetativen Zellteilung jener zur ausschließlichen Schwärmerbildung gegenüber stellt [1]). Letzteres Verhältnis ist nämlich bei den niederen Grünalgen nicht so leicht festzustellen, als man früher glaubte [2]).

Nägeli neigte noch zu der Annahme, daß sein *Cystococcus humicola* nicht zur Bildung von Schwärmern befähigt sei, weil er in einer Schüssel mit Wasser nach einigen Tagen keine solchen gebildet hatte. Spätere Forscher fanden aber, daß der Zutritt von Wasser nicht

[1]) Rabenhorst (Flora III p. 2) charakterisiert z. B. die Protococcaceen unter anderem dadurch, daß sie niemals vegetative Teilungen eingingen, sondern sich nur durch Schwärmer vermehrten, während die Palmellaceen sowohl zu vegetativer Teilung als auch zur Bildung von Zoosporen befähigt seien. Klebs (Organisat. d. Flagellaten p. 334 u. 343) begründet auf letzteres Verhältnis seine neue Gattung *Chlorosphaera*, während Beijerinck (Kulturversuche mit Zoochlorellen usw. in: Bot. Zeitschr. 1890 p. 758f.) seiner Gattung *Chlorella* das Vermögen zu sukzessiver Zweiteilung bei durchaus fehlender Zoosporenbildung zuschreibt und Oltmann's (Morphologie usw. I, p. 183) von der Familie der Scenedesmaceae angibt, daß sich stets nur unbewegliche Fortpflanzungszellen entwickeln, welche frei in der Mutterzelle entstünden. Bei den Protococcaceen läßt derselbe Autor (p. 170) in Übereinstimmung mit einigen Vorgängern auch ausnahmsweise vegetative Zweiteilung zu, wodurch Rabenhorst's Charakteristik untergraben wird. Wie aus unserem Texte hervorgehen dürfte, läßt sich die Familie der Protococcaceen nur in der Weise aufrecht erhalten, daß man ihr ausschließlich wandfreie Zellteilung zuschreibt und von der Beweglichkeit oder Unbeweglichkeit der Teilprodukte ganz absieht.

[2]) Naegeli, l. c. 1849 p. 85.

die einzige Vorbedingung für das Schwärmen von Luftalgen sei, sondern daß hier noch andere Einflüsse in Frage kämen. So berichtet z. B. Beijerinck [1]) daß die Gonidien von *Physcia parietina* nur in Gelatinekulturen mit sehr wenig organischer Substanz Schwärmer erzeugten, niemals aber in Nährlösungen; an anderer Stelle [2]), daß sich dieselbe Alge später gewissermaßen an das Leben in konzentrierten organischen Nährmedien adaptiert und dann auch in Malzextraktgelatine einzelne Schwärmer gebildet habe, während sie in völlig unorganischen Lösungen durchaus keine Zoosporen erzeugte.

Wenn wir uns auch bei solchen Angaben der im III. Abschnitte erwähnten Schwierigkeiten erinnern, welche sich bei Beurteilung von Aërophilenkulturen ergeben, so stimmen doch diese Ergebnisse mit jenen überein, welche an Wasseralgen gewonnen wurden und an größeren, leichter zu kontrollierenden Formen zeigten, daß diese nur unter gewissen und je nach der Gattung und Art oft wechselnden Bedingungen schwärmen [3]). Nach dieser Richtung sind aber die

[1]) Beijerinck, l. c. p. 782.

[2]) Beijerinck: Bericht über meine Kultur niederer Algen usw. in: Zentralbl. f. Bakt. 1893 p. 371.

[3]) Falkenberg, P. (Die Algen im weitesten Sinne. 1882, p. 234) referiert, daß bei Süßwasser-Chlorophyceen meist dann Zoosporen aufträten, wenn der Wasserzufluß ein reichlicher sei. Das gilt aber jedenfalls nicht für *Chladophora glomerata*, denn diese Art sah ich mit Vorliebe dann schwärmen, wenn sie durch Sinken des Wasserspiegels in die Nähe der Luft geraten war. Bekanntlich gelingt es auch bisweilen, frisch eingesammeltes Material dieser Alge in einem flachen Teller schwärmen zu sehen. Hierzu ist aber zu bemerken, daß diese Erscheinung nur dann auftritt, wenn schon vor der Einsammlung reife Sporangien vorhanden waren; eine Ausbildung solcher sah ich dagegen noch niemals in einer Kultur zustande kommen. Famintzin (l. c. p. 46) macht die Angabe, daß es möglich sei, an *Chlorococcum* (recte *Cystococcus*) *infusionum* durch Wechsel in der Konzentration des Mediums jederzeit nach Belieben entweder Zoosporen oder Zerfallen in unbewegliche Kugeln hervorzurufen, und daß sorgfältig gelüftetes, destilliertes Wasser die Bildung und das Ausschwärmen der Zoosporen am meisten fördern. Die Mannigfaltigkeit der äußeren Einflüsse, welche die Schwärmerbildung beeinflussen können, zeigen besonders die Experimente von Klebs, G. (Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896). Hieraus erklärt sich wohl der Umstand, daß auch an freilebenden Algen durchaus nicht jederzeit Sporangien zu finden sind, und daß sich sogar die Jahrgänge in dieser Hinsicht verschieden verhalten können. Als ich einst für einen auswärtigen Dozenten fertile *Chladophora glomerata* suchte, konnte ich den ganzen Sommer über keine solche auffinden, während mir dieser Zustand an den gleichen Standorten in früheren Sommern häufig in die Hand gekommen war. Die Schwärmerbildung scheint überdies nicht nur durch momentane Verhältnisse veranlaßt zu werden, sondern auch einer durch das Vorleben der Algen erzeugten Prädisposition zu bedürfen. An niederen Grünalgen fand ich besonders dann Schwärmer, wenn sie nach kurzer Trockenperiode und insbesondere nach kalten Frühlingsnächten befeuchtet wurden.

Luftalgen noch allzu selten geprüpft worden, und solche Prüfungen werden auch nicht eher zuverlässige Resultate ergeben, als bis die Versuchsobjekte sicher zu identifizieren sind. Diese Möglichkeit soll aber durch gegenwärtige Arbeit erst geschaffen werden.

Nebstdem muß auch eine sicher erkennbare Art schon lange Zeit bekannt und vielfach beobachtet worden sein, bis man aus dem Umstande, daß an ihr noch keine Zoosporen gefunden worden sind, auf absolute Unfähigkeit zu deren Produktion schließen darf.

Ebenso schwer, wie die Befähigung zur Zoosporenbildung ist bei den protopleurococcoiden Algen jene zur vegetativen Teilung auszuschließen. Darauf deutet schon die Entstehung von unbeweglichen Fortpflanzungszellen hin. Diese „Aplanosporen"[1]) werden neuerdings von verschiedenen Autoren als modifizierte vorzeitig mit Membran umhüllte Zoosporen aufgefaßt und somit in ihrer physiologischen Bedeutung diesen letzteren gleichgestellt. BEIJERINCK schreibt ihnen aber vegetativen Charakter zu und dürfte damit jedenfalls für einen Teil der Fälle im Rechte sein.

Der kleinste Durchmesser der Schwärmer, welche mir bei diesen Untersuchungen vorgekommen ist, ging niemals unter 4 μ herab; ihr größter betrug ca. 10 μ. Dagegen fanden sich bei *Cystococcus humicola* bisweilen unbewegliche Teilzellen von kaum 2 μ Größe, deren weitere Schicksale zwar nicht ergründet werden konnten, welche aber jedenfalls nicht mit Zoosporen zu vergleichen waren. In anderen, viel häufigeren Fällen war das Protoplasma von *Chlorococcum-* und *Cystococcus*-Arten in wenige und somit die Zoosporen an Größe erheblich übertreffende Abschnitte geteilt, so daß man an Anfangsstadien sukzedaner Schwärmerbildung denken konnte.

Als ich aber einst mit dem Zeichnen solcher Zellen beschäftigt war, zerfiel ein Exemplar von *Chlorococcum murorum*, dessen Inhalt sich bereits in zwei Portionen geteilt hatte, mit einem Rucke in zwei Hälften. Diese rundeten sich sofort ab und stellten nun zwei von der Mutterzelle nur durch geringere Größe verschiedene vegetative Zellen dar. Auch bei *Chlorococcum sociabile* und bei *Cystococcus*-Arten sah ich oft Zellen mit zwei- oder mehrteiligem Inhalte in Teilstücke zerfallen, welche wesentlich größer waren als die Zoosporen und keinen Ansatz zu weiteren Teilungen erkennen ließen.

[1]) Das neuerdings aufgetauchte Wort „Autospore" bezeichnet keinen klareren Begriff und ist jedenfalls überflüssig. „Une cellule spore de Protococcoidée, qui acquiert dans la cellule mêre, même, les caractères definitifs de cette dernière" (CHODAT: Algues vertes, p. 58) kann sowohl eine im Sporangium heranwachsende Zoospore als ein Produkt rein vegetativer wandfreier Teilung sein.

Solche Vorgänge lassen sich doch nur in höchst gezwungener Weise mit Schwärmerbildung in Beziehung bringen und sind viel eher als vegetative Teilungen aufzufassen. Mit dieser Auffassung ist aber der alten Annahme, daß die Protococoideen zu vegetativer Teilung absolut unfähig seien, aller Boden entzogen.

Schließlich ist noch das weitere Verhalten der unbeweglichen Teilprodukte zu berücksichtigen. Von älteren Algologen ist ihrer „zerstreuten oder zusammengehäuften Lagerung" systematische Bedeutung zugeschrieben worden. In dieser allgemeinen Fassung und ohne scharfe Sonderung von typischer (Familienbildung) und zufälliger Ansammlung hat eine solche Unterscheidung aber gar keinen Wert. Da an den Wohnorten dieser Algen eine Verschwemmung durch Wasser nur ausnahmsweise eintreten kann, bleiben die frei gewordenen Zellen oft längere Zeit in größeren oder kleineren Häufchen beisammen liegen.

Solche formlose Anhäufungen, welche wir zum Unterschiede von den Familien als Aggregate bezeichnen müssen, stammen nicht immer von einer einzigen, sondern nicht selten von mehreren Mutterzellen, welche sogar verschiedenen Arten und Gattungen angehören können, so daß unter Umständen — sogar ziemlich häufig — einzellige Algen mit Sporen oder Aplanosporen mehrzelliger Formen vermengt sind. Wenn junge, noch nicht vollständig entwickelte Zellen vorliegen, ist deren Abstammung übrigens nicht immer festzustellen.

In Trockenperioden, während derer sich die Einzelbestandteile solcher Aggregate nicht ihrer eventuellen Größenzunahme entsprechend verschieben können, liegen sie oft sehr dicht gedrängt, verkleben teilweise miteinander und können sich dann gegenseitig mehr oder weniger polyedrisch abkanten [1]), so daß sie den Eindruck von Familien hervorrufen. Die Entstehung solcher „Scheinfamilien" [2]) hat keinerlei systematische Bedeutung, denn es liegen hier nur zufällige Bildungen vor.

---

[1]) Daß hierzu keine nennenswerte Energie erforderlich ist, zeigte folgende Beobachtung. Am Rande einer Wasserkultur von *Cystococcus* spec. fanden sich grüne Eremosphära-ähnliche Kügelchen mit polygonal gefelderter Oberfläche. Diese erwiesen sich als winzige Gasbläschen, welche ringsum mit einer geschlossenen Schicht von *Cystococcus*-Keimlingen behaftet waren. Schon die minimale Kraft der Adhäsion an das Luftbläschen hatte zur Erzielung polygonaler Zellformen genügt.

[2]) Auch Wasseralgen können sich wohl unter Umständen in ähnlicher Weise verhalten. Famintzin (Die anorganischen Salze usw. 1873, p. 49) identifiziert Scheinfamilien, welche er durch Kultur von *Chlorococcum* (recte *Cystococcus*) *infusionum* in feuchter Kammer erhalten hat, mit *Limnodictyon Roemerianum* (worauf Hansgirg's Prodromus I, p. 143 sofort eine *Protococcus*-Varietät begründet).



Als Familien[1]) können wir rationellerweise nur solche (hinfällige) Zellverbände bezeichnen, welche aus Abkömmlingen einer und derselben Mutterzelle bestehen. Die Familienglieder pflegen nach Form und Größe sowie auch nach ihrer Funktion wenig zu differieren, insoferne die eventuell vorhandene Fähigkeit zur Schwärmerbildung allen Gliedern gemeinsam ist, wenn sie auch nicht an allen zum Ausdrucke kommt.

Die Familien werden entweder durch die persistierende Mutterzellhaut (in diesem Falle von NÄGELI als „Brutfamilien" bezeichnet) oder durch primäre (septierte einzellige Algen im weiteren Sinne) oder sekundäre Scheidewände (*Chlorococcum sociabile*) oder auch durch Gallerte (*Gloeocystis*) zusammengehalten. Die Anordnung ihrer Glieder zeigt gewisse Eigentümlichkeiten, welche die Entstehungsweise der Familie erkennen lassen und somit auf den Gattungscharakter hinweisen. So deutet z. B. rechtwinklige Schneidung sämtlicher Septa auf *Desmococcus, Apatococcus* oder auf coccoide Stadien von *Pleurococcus* oder einer Fadenalge, während das Vorkommen tetraëdrischer oder polygonaler Anordnung der in vegetativen Zuständen auftretenden Scheidewände immer auf eine Gattung schließen läßt, welche sich durch wandfreie Zellteilung vermehrt. So läßt sich diese Teilungsweise auch dann erkennen, wenn die Mutterzellhaut entweder dünn und schwer kenntlich, oder wenn sie schon verloren gegangen ist.

Dieses Erkennungszeichen ist deshalb von großer Bedeutung, weil auch durch wandfreie Zellteilung, welche niemals in primärer Weise Scheidewände bildet, dennoch solche entstehen können, aber nur in sekundärer Weise. Dieser Umstand bedarf einer näheren Erklärung, da er wohl bei Hydrodictyon und Scenedesmus, aber noch nicht bei unseren „einzelligen Algen" bekannt zu sein scheint. Am besten ist er an *Chlorococcum sociabile* zu beobachten, auf welche Art wir oben schon Bezug genommen haben. Dieses besitzt nämlich

CIENKOWSKI (Über Palmellazustände bei *Stigeoclonium*. in: Bot. Zeitschr. 1876 p 18) gibt an, daß sich die Zoosporen von *Stigeoclonium* bei der Keimung gewöhnlich zu Haufen vereinigen, und WILLE (Nachträge zu den Chlorophyceen. 1909, p. 89) hält es für wahrscheinlich, daß gewisse *Protoderma*-Formen KÜTZING's Entwicklungsstadien von *Stigeoclonium* und *Enteromorpha* darstellen.

[1]) Der für interimistische Zellverbände und insbesondere im Sinne von Familie sehr häufig gebrauchte Ausdruck Kolonie ist wohl besser zu vermeiden. Die Bewohner einer solchen können ja nach der ursprünglichen Bedeutung des Wortes von der verschiedensten Abstammung und Art sein und in beliebiger Weise beisammen wohnen, so daß der Ausdruck auch für Scheinfamilien paßt. [Es wird aber heute wohl allgemein der Ausdruck „Kolonie" in dem Sinne des BRAND'schen Terminus „Familie" gebraucht; bei entsprechender Klarstellung gibt er zu BRAND's hier angedeuteten Bedenken keine Veranlassung. Anm. d. Herausg.]

die Fähigkeit und sogar eine ausgesprochene Neigung, die seine vegetativen Teilstücke trennende Zellplatten in feste Septa umzuwandeln, welche nach der oft sehr frühzeitig erfolgenden Zerreißung oder Auflösung der Mutterzellhaut dann einen Zusammenhang zwischen den Tochterzellen vermitteln und die Entstehung sowohl von Zwillingen als von mehrzelligen, polygonal gebauten, bisweilen „maulbeerförmigen“ und nach Verlust der Mutterzellhaut persistierenden Familien veranlassen können.

Die Existenz von zweizelligen, mit einer Scheidewand versehenen Familien deutet also für sich allein noch keineswegs auf Zugehörigkeit zu einer mit Wandteilung ausgestatteten Art, sondern zu einer solchen Feststellung sind mehrzellige, rektangulär gebaute Familien oder Thallome erforderlich. Bisher scheinen aber alle Zwillinge ohne weitere Untersuchung der zugehörigen größeren Familien auf primäre Wandteilung zurückgeführt worden zu sein.

Das vorerwähnte Verhalten von *Chlorococcum sociabile* erinnert an jene besondere Form der Familienbildung, welche als *Coenobium* bezeichnet wird. Dieses ist im allgemeinen nur einigen Wasseralgen (Hydrodictyaceen, Scenedesmaceen, Caelastraceen) eigentümlich. Es besteht bekanntlich darin, daß die durch wandfreie Teilung des Protoplasmas entstandenen Tochterzellen sich schon innerhalb der Mutterzellhaut in bestimmter Weise anordnen und verbinden und dann in einer für jede Gattung charakteristischen Weise austreten. Bei *Chloroccocum sociabile* ist aber die Form der Familien etwas mannigfaltiger, ihre Befreiung erfolgt nicht durch Sprengung, sondern durch Auflösung der Membran der Mutterzelle.

Das Thallom unterscheidet sich von der Familie dadurch, daß seine Bestandteile nicht nur vorübergehend in Zusammenhang stehen, sondern normalerweise ein längere Zeit ausdauerndes Pflanzenindividuum bilden, welches rechtwinklig septiert und — jedenfalls in reiferem Alter — von einer festeren äußersten Membranschicht umgeben ist. Die Einzelzellen des Thalloms pflegen nach Größe und Form etwas mehr zu variieren, als jene der Familie, lassen jedoch bei den uns beschäftigenden primitiven Formen keine Verschiedenheit ihrer funktionellen Bestimmungen erkennen.

Da der Unterschied zwischen Thallom und Familie hauptsächlich auf der größeren oder geringeren Ausdauer des Zellverbandes beruht, läßt sich zwischen beiden schwer eine feste Grenze ziehen und verschiedene Beobachter einer derartigen Alge werden je nach ihren persönlichen Erfahrungen leicht zu verschiedenen Auffassungen gelangen können, insbesondere bei solchen Arten, welche, wie z B.

Pleurococcus vulg. MENEGH., nach einem Familien bildenden coccoiden Jugendstadium allmählich zur Thallombildung schreiten.

Ebensowenig läßt sich immer in unbestreitbarer Weise feststellen, ob eine Art als körperlicher oder fadenförmiger Organismus aufzufassen sei, weil gewisse Algen Familien oder Thallome von beiderlei Charakter bilden können.

Im speziellen Teile sollen die hierher gehörigen tatsächlichen Verhältnisse festgestellt werden, worauf die alte Frage, ob „*Pleurococcus vulg.*“ (unter welchem Namen frühere Autoren verschiedene, oder auch gar keine bestimmte Art verstanden haben) eine Fadenalge sei, zu einem Streit über Worte zusammenschrumpfen wird.

VII. *Protococcus olim.* — *Chlorococcum.*

Ein Überblick über die Literatur zeigt, daß die Bedeutung der hier in Frage kommenden Gattungsnamen im Laufe der Zeit mehrfache Veränderungen erfahren hat, ferner, daß sich neuere Algologen oft nur auf ihre unmittelbaren Vorgänger stützen und die Angaben der ursprünglichen Autoren ignorieren. Wenn wir uns aus dem solcherweise entstandenen Irrgarten herausfinden wollen, so erwächst uns die Aufgabe, durch eine auf die ersten Quellen zurückgehende Untersuchung zu prüfen, welche alten Namen zu erhalten sind, welche Bedeutung ihnen jetzt zukommt, und welche andere durch neue Benennungen ersetzt werden müssen. Ein solches Vorgehen erscheint um so nötiger, als sich allmählich die Anzahl unberechtigter oder überflüssiger neuer Gattungen und Arten derart vermehrt hat, daß sie geradezu ein Hindernis für das ohnehin schwierige Studium dieser Organismen darstellen.

Die Geschichte der kleinen Grünalgen ist schwieriger klarzustellen, als jene der großen Tange, weil den älteren Autoren die zur Definierung solcher Formen erforderlichen optischen Instrumente noch nicht zur Verfügung standen. Deshalb hatten die ersten Forscher keine Ahnung von der inneren Beschaffenheit solcher Algenlager, sondern es war ihnen für deren Beurteilung und Benennung nur das Aussehen und die gröbere physikalische Beschaffenheit maßgebend. Die aus der vormikroskopischen Zeit stammenden Namen: *Lepra*, *Lepraria*, *Byssus* l. c. sind infolgedessen schon seit längerer Zeit aus der Algensystematik gestrichen und finden teilweise nur noch in der Lichenologie Verwendung.

Auch das neu erfundene Mikroskop verbreitete nicht sofort helles Licht über unser Gebiet, sondern erst die durch Verbesserung dieses Instruments ermöglichten Fortschritte der Zellenlehre be-

gannen es allmählich aufzuhellen. Aus diesem Grunde haben die vor Mitte des vorigen Jahrhunderts aufgestellten Gattungen kleiner Grünalgen mit wenigen Ausnahmen nur insoweit Wert, als sie von späteren Autoren derart verbessert worden sind, daß sich erkennen läßt, welche Organismen der Benennung zugrunde lagen.

In jenen Fällen, in welchen die vorliegenden Beschreibungen und Abbildungen hierzu nicht genügen, kann uns auch die Existenz von Originalexemplaren nicht immer aufklären. Die in den Herbarien niedergelegten Proben mikroskopisch-einzelliger Algen sind nämlich nicht mit solchen größerer Formen zu vergleichen, denn sie enthalten kaum jemals nur eine einzige Art, sondern sind vielmehr, jedenfalls soweit die grünen Anflüge in Betracht kommen, häufiger aus verschiedenen Arten oder selbst aus Vertretern verschiedener Gattungen zusammengesetzt. Solche Proben stellen somit eigentlich kleine Pflanzensammlungen dar und werden zu Unrecht als „Exemplare“ bezeichnet.

Zu diesem Mißverhältnisse gesellt sich noch der weitere Umstand, daß die einzelnen Bestandteile der Exsikkaten auch nach dem Aufweichen nicht immer sicher zu beurteilen bzw. voneinander zu unterscheiden sind. Selbst da, wo diese Unterscheidung möglich ist, bleibt immer noch die Frage offen, welcher Bestandteil der Probe für den Autor maßgebend gewesen sei. Diese Frage ist aber dann nicht zu beantworten, wenn die Diagnose so wenig sagt, wie jene z. B. von *Protococcus viridis* AG.

Die Gattung *Protococcus* war bekanntlich von den neueren Algologen in Übereinstimmung mit WILLE [1]) bereits außer Kurs gesetzt. Nachdem aber dieser Autor [2]) neuerdings auf Anlaß einer interessanten Untersuchung verschiedenen Materials aus AGARDH's Herbarium seine Ansicht dahin geändert hat, daß *Protococcus* AG. zu rehabilitieren und *Pleurococcus vulg.* NÄG. nunmehr *Protococcus vulg.* zu nennen sei, möge es gestattet sein, die *Protococcus*-Frage hier von einem anderen Standpunkte aus zu beleuchten.

Protococcus AGARDH [3]) enthielt ursprünglich nur eine einzige Alge, nämlich den roten *Pr. nivalis* (= *Sphaerella niv.* SOMMERF., *Chlamydomonas nivalis* WILLE). Bald änderte AGARDH [4]) aber die

---

[1]) WILLE, N.: in ENGLER's natürl. Pflanzenfam. I, 2. Leipzig 1897.

[2]) Derselbe: Algologische Notizen. in: Nyt. Mag. Naturvidensk. LI. Kristiania 1913 p. 1—26.

[3]) AGARDH, C. A.: Nova acta. Phys. Med. Acad. Caes. Leop. Carol. Natur. cur. 1824 p. 737.

[4]) Derselbe: Systema Algar. Lundae 1824.

ursprüngliche Diagnose: „globuli liberi, non mucosi, colorati, terrestres" durch Ausschluß des Wortes *colorati* [1]), um noch eine zweite Art, nämlich den grünen *Pr. viridis* mit der Diagnose: „globulis viridibus, ad muros vulgaris" in die Gattung einschließen zu können.

Mit typisch roten Algen können nun grüne Arten offenbar nicht in eine und dieselbe Gattung zusammengestellt werden, so daß schon aus diesem Grunde AGARDH's Gruppe in der neuen Fassung überhaupt keine Gattung mehr war. Nebstdem aber ist nach Ausweis der Diagnose *Protococcus viridis* AG. nicht einmal sicher immer eine Alge, geschweige denn eine bestimmte Art, sondern bezeichnet nur den Inbegriff aller der verschiedenen rundlichen Pflanzenzellen, welche an Mauern vorkommen und gibt uns über die „neue Art" nicht mehr Auskunft, als vergleichsweise die Angabe eines Laien, daß die Wiesen mit „Gras" bewachsen seien.

An der Überzeugung, daß AGARDH gar keine bestimmte Alge im Auge gehabt hat, darf uns auch der Umstand nicht irre machen, daß WILLE [2]) in einem von AGARDH als *Protococcus viridis* bezeichneten Exsikkate nur *Pleurococcus vulgaris* NÄG. gefunden hat. Sollte in diesem Falle auch keine Vermischung verschiedener Algen vorgelegen haben, was sich übrigens an Trockenmaterial kaum feststellen läßt, so ist doch dieser Befund als ein zufälliger aufzufassen, und zwar nicht nur aus den vorgenannten allgemeinen Gründen, sondern insbesondere aus Anlaß einer von GREVILLE [3]) hinterlassenen Notiz. Eine von diesem Autor eingesendete Probe seines *Chlorococcum murorum* hat nämlich AGARDH gleichfalls für *Protococcus viridis* erklärt.

Ferner ergab WILLE's Untersuchung, daß eine von AGARDH als *Protococcus Monas* bezeichnete Probe zweierlei Algen enthielt, nämlich *Stichococcus bacillaris* nebst anderen mehr rundlich-ovalen Zellen; ferner daß ein Gemisch von rundlichen Angehörigen verschiedener Gattungen als *Protococcus glomeratus* bezeichnet war. Somit können diese letzteren Exsikkate der Gattung *Protococcus* noch weniger aufhelfen, als das zuerst erwähnte, und es fragt sich nur noch, ob es einem späteren Autor gelungen ist, sie lebensfähig zu machen.

---

[1]) Als „colorati" bezeichnet AGARDH solche Algen, welche nicht grün, sondern in anderer Weise gefärbt sind. Andere Autoren, wie z. B. FRIES, bezeichnen aber richtiger alle Organismen als „colorati", welche nicht ganz farblos sind.

[2]) WILLE: Algologische Notizen XXII—XXIV. in: Nyt. Mag. for Naturvidensk. 1913 Bd. 51 p. 7 ff.

[3]) GREVILLE, R. K.: Scottish cryptogamic Flora Vol. VI. Edinburg 1828. Text zu tab. 325.



Einen derartigen Versuch machte GREVILLE, indem er AGARDH's Gattung in rationeller Weise wieder auf die eine ursprüngliche (rote) Art beschränkte[1]). Hierin schloß sich ihm aber nur MENEGHINI[2]) an, während die übrigen Algologen die Verbesserung nicht anerkannten, da zu jener Zeit noch keine allgemein gültigen Normen für die Nomenklatur bestanden. KÜTZING[3]) nahm AGARDH's unhaltbar erweiterte Fassung von *Protococcus* nicht nur wieder auf, sondern bereicherte sie noch in so unglücklicher Weise, daß eine ganz naturwidrige Gesellschaft von sowohl atmophytischen als hydrophytischen, grünen, blaugrünen und roten Organismen entstand, darunter solchen, deren Selbständigkeit zweifelhaft, oder deren Natur überhaupt nicht zu erkennen ist.

Spätere Autoren schlossen sich mehr oder weniger an KÜTZING an oder bezeichneten auch auf eigene Faust verschiedene ungenügend bekannte Algen als *Protococcus*-Arten. Wodurch sich *Protococcus* von *Chlorococcum* unterscheiden solle, war niemals recht klar.

RABENHORST (Flora europ. III, p. 56—57), welcher den Zellbau nicht viel besser kennt wie seine Vorgänger, schreibt den Protococcaceen freie Einzelzellen zu, welche nur außerhalb des Wassers ein pulveriges Lager bilden, eine grüne oder rötliche Farbe besitzen und keine „transitorische Gonidiengeneration" bilden sollten, während die Chlorococcaceenzellen ein Chlorophyllbläschen (vesicula chlorophyllacea), einen seitlichen blassen (leeren?) Raum, einen hyalinen Hof und oft sehr erweiterte Tegumente besitzen, entweder einzeln frei oder zu mehreren geschichtet oder gehäuft leben und sich durch Schwärmer fortpflanzen sollten. Schließlich spricht dieser Autor die Vermutung aus, daß *Protococcus viridis* eine an trockenen Standorten vegetierende Form von *Pleurococcus vulgaris* sei.

Nach BORNET[4]) herrschte eine Zeitlang die Annahme, daß die Zellen von *Protococcus* isoliert, jene von *Chlorococcum* aber zusammengehäuft lebten. Diese Alternative beruht aber, wie wir im vorigen Abschnitte gesehen haben, nur auf zufälligen Verhältnissen.

---

[1]) Demnach müßte bei streng historischem Vorgehen diese Art ihren ursprünglichen Namen *Protococcus nivalis* behalten und dürfte nicht *Sphaerella* oder *Chlamydococcus nivalis* genannt werden, wie zurzeit üblich ist, weil *Protococcus* (1824) die Priorität vor *Sphaerella* SOMMERF. und *Chlamydomonas* EHRENBG. (beide 1833) besitzt. Die Existenz letzteren Gattungsnamens dürfte aber durch Verjährung gesichert sein, weil er seit über 50 Jahren allgemein in Gebrauch ist.

[2]) MENEGHINI, J.: *Monographia Nostochinearum.* Torino 1843, p. 10.

[3]) KÜTZING, F. T.: Species Algar. Leipzig 1849.

[4]) BORNET, E.: Recherches sur les gonidies des Lichens. in: Ann. sc. nat. sér. V t. 17 p. 64.



Famintzin [1]) nennt runde oder auch deformierte Kulturprodukte, deren Chlorophyll „deutlich gesonderte Körner“ darstellt, *Protococcus viridis*, und Hedlund [2]) bezeichnet Algen, deren kurze Beschreibung und schematische Abbildungen teils an *Cystococcus humicola*, teils an *Gloeocystis* spec. erinnern, als „*Protococcus* von *Gloeocapsa*-ähnlicher Form“.

Es wäre zwecklos, noch an weiteren Beispielen zu zeigen, in welcher Weise die Auffassungen der Algologen differierten, denn das Resultat ihrer systematischen Tätigkeit ergibt sich aus folgender Bemerkung des meines Wissens letzten Autors [3]), welcher verschiedene Arten der Gattung *Protococcus* aufzählt: „Die Selbständigkeit der einzelnen Arten ist sehr zweifelhaft [4]), viele sind nur Entwicklungsstadien anderer Algen und die meisten sind sehr schwer gegeneinander abzugrenzen.“

Nach alledem ist diese Gattung, welche von jeher „ganz unzusammenhängende Bestandteile umfaßte und dauernd zu Verwirrung Anlaß gegeben hat“, nach den Regeln der botanischen Nomenklatur [5]) endgültig aufzugeben. Wir haben uns in folgendem nur mit jenen Gattungsnamen zu befassen, deren Gebrauch in der Gegenwart als zulässig erscheint, und beginnen mit dem ältesten derselben.

Chlorococcum Fries. [6])

„Granula libera, minima, colorata (viridia vel rubra) absque gelatina.“ Einzelne Arten unterscheidet der Verf. nicht, weil seiner

[1]) Famintzin, A.: Die anorganischen Salze usw. in: Bull. de l'Acad. de St. Petersbourg 1873 p. 43.

[2]) Hedlund, F.: Kritische Bemerkungen über einige Arten der Flechtengattungen *Lecanora* usw. in: Bihang till K. Svenska Vet. Acad. handlingar Bd. 18 1892.

[3]) Migula, W.: Kryptogamenflora usw. 1907 p. 682.

[4]) Falkenberg (Die Algen im weitesten Sinne. 1882 p. 279) referiert sogar, daß es zweifelhaft geworden sei, ob es überhaupt selbständige *Protococcus*-Formen gibt, deren Entwicklungsgang abgeschlossen würde mit der Bildung von Zoosporen, welche, ohne jemals höhere Entwicklungsstadien zu zeigen, direkt in nur ruhende *Protococcus*-Zellen überzugehen vermöchten. Den letzten Zweifel, daß Algen von solcher Beschaffenheit existieren, werden aber wohl die Ausführungen vorliegender Arbeit zerstreuen.

[5]) Internationale Regeln der botanischen Nomenklatur. in: Verh. d. intern. bot. Kongresses in Wien 1905. Jena 1906, Art. 5 Abs. 4 p. 68. Diese Regeln gelten allerdings in erster Linie für die Phanerogamen, ihre Grundgedanken lassen sich aber recht wohl auch auf die Kryptogamen anwenden.

[6]) Fries, E.: Systema orbis vegetabilis P. I. Lundae 1825. Bezüglich der Publikationszeit der Gattung *Chlorococcum* macht der Autor auf S. 356 die mir nicht verständliche Angabe: „S. M. 1820“.

Meinung nach sowohl Gestalt als Farbe dieser Alge je nach äußeren Einflüssen wechselnd sind. Als Synonymum wird *Protococcus* AGARDH genannt, und diese beiden Namen stimmen in der Tat darin überein, daß sie beide nur einen vagen Sammelbegriff für verschiedene kleine rundliche und gallertfreie Pflanzenzellen darstellen. Demnach könnte auch die Gattung *Chlorococcum* nicht anerkannt werden, wenn ihr nicht später durch GREVILLE[1]) ein bestimmter Sinn unterlegt worden wäre, welcher in den zwei ihr zugeschriebenen Arten zutage tritt. Die eine Art: *Chlorococcum vulgare* (viridissimum, late effusum, granulis confertissimis, rotundatis, quaternatis) ist später von MENEGHINI zur Gattung (*Pleurococcus*) erhoben worden, so daß sie hier ausgeschieden werden muß. Hierdurch ist die Gattung *Chlorococcum* aber noch nicht gefährdet, weil in der zweiten Art: *Chlorococcum murorum* (granulis viridibus, simplicibus, minutissimis, ovali-oblongis) ein sehr wohl charakterisierter Typus übrig bleibt. Wenn wir nämlich nebst der Diagnose auch die Beschreibung der Zellen (in form nearly globose to oblong, pellucid green) sowie die Wohnorte (on walls and stones frequent) berücksichtigen, so ist die Art sicher zu erkennen, da keine andere gallertfreie Luftalge bekannt ist, bei welcher alle diese Momente zusammentreffen[2]). Diese Alge scheint nur deshalb in Vergessenheit geraten zu sein, weil sie von RABENHORST[3]) den „species mihi partim ignotae, partim dubiae" zugerechnet wird.

Bei dieser Sachlage sind wir nicht nur berechtigt, sondern auch verpflichtet, die Gattung *Clorococcum* FRIES in GREVILLE's Emendierung anzuerkennen, und zwar mit dem Typus *Chl. murorum* GREV. Diesem müssen wir noch eine zweite, neue Art (*Chl. sociabile*) beigesellen, welche zwar in der äußeren Form etwas abweicht, in wesentlichen Punkten der inneren Organisation aber mit der ersteren übereinstimmt, so daß beide unter Umständen schwer voneinander zu unterscheiden sein können.

---

[1]) GREVILLE, l. c.

[2]) *Protococcus ovalis* HANSG. (FOSLIE, Contributions etc. marine algae of Norway 1890), welcher in Felsspalten am Meeresufer vegetiert, gehört vielleicht zu dieser Art. Zellen von ähnlicher Form und Größe finden sich unter den Luftalgen sonst nur bei *Gloeocystis Naegeliana* ARTARI. Diese besitzen aber ein entschieden parietales Chlorophor und nebstdem immer eine ausgesprochene allgemeine Gallerthülle.

[3]) RABENHORST, l. c. p. 57. Aus dem Umstande, daß der Autor die typische Art der Gattung *Chlorococcum* nicht kannte, ergibt sich auch, daß seine Auffassung dieser Gattung irrtümlich und unhaltbar geworden ist; RABENHORST's Diagnose von *Chlorococcum* ist untauglich, weil die Chlorophorenform nicht festgestellt ist.

Die Untersuchung und Beobachtung lebenden Materials dieser beiden Arten führte zu folgenden Diagnosen:

Chlorococcum FRIES. mut. char., GREVILLE emend.

Cellulae chlorophyllaceae, muco non involutae, liberae vel familias formantes; globosae vel ellipsoideae, superficie laevi; chlorophoro corporeo, nunquam evidenter laminiformi, centrali vel subcentrali instructae; partitione libera [1]) nunc in duas, nunc in plures partes dividuntur; propagatio partitionis vegetativae, nec non — in altera specie — zoogonidiorum ope peracta.

Chlorococcum murorum GREVILLE emend.

Strata viridia, nunquam rubescentia formans; cellulis ellipsoideis, subglobosis, rarius globosis, 4—10 μ latis, ad 15—17 μ longis, chlorophoro leniter viridi, irregulariter corporeo, subcentrali, cellulam non explente, pyrenoidem indistinctam includente; membrana tenui, nunquam evidenter incrassata nec mucescente praeditis; familiis nonnisi membranae matricalis ope colligatis; aplanosporis ellipsoideis; zoogonidiis ignotis.

Cellulae vivae pigmenti „Brillantblau" ope extrinsecus tarde et parum tinguntur, intus punctulis minutis in succo sparsis notantur.

Hab.: Mesoatmophyticum, strata formans in locis non insolatis, praecipue ad ima monumenta vel saxa nec non interdum ad lignamenta vetusta et cortices, caeterum inter alias algas dispersum.

Abbild.: Unsere Figuren 1—10. Die immer gallertfreien Zellen sind meistens ellipsoidisch [2]) oder eiförmig, seltener rundlich und überschreiten kaum jemals die oben angegebene Maximalgröße. Wegen der kleineren, etwas gelblich grünen und hell transparent homogenen, oft unsicher begrenzten Chlorophoren, welche den relativ großen Saftraum teilweise freilassen, erscheinen die Zellen durchschnittlich heller als jene der übrigen Protopleurococcoiden. Das in der Einzahl vorhandene Pyrenoid ist oft sehr wenig auffällig, erhält aber durch Jodjodkali immer eine deutliche braune Umrandung.

Auf den ersten Blick werden wohl manche Beobachter geneigt sein, dem Chlorophor einen parietalen Charakter zuzuschreiben, und an getrockneten Exemplaren wird man in der Regel diesen Eindruck

[1]) [i. e. partitione intra cellulae matricalis membranam, quae ipsa non unacum dividitur.] Anm. des Herausg.

[2]) Die verhältnismäßig größte, nämlich zwei Zellbreiten erreichende Länge fand sich an schwedischen Winterexemplaren, an welchen dagegen rundliche Formen sehr selten waren.



gewinnen. An frischem Material kann man sich aber durch Wechsel der Einstellung und durch Vergleichung einer größeren Anzahl von Individuen überzeugen, daß das Chlorophor in der überwiegenden Anzahl der Zellen deutlich mittelständig und nur ausnahmsweise etwas seitlich verschoben ist (Fig. 2), sowie daß es immer die Gestalt eines unregelmäßig begrenzten, aber ziemlich gleichmäßig nach 3 Dimensionen entwickelten Körpers und niemals einer der Zellwand anliegenden Platte hat. Aus diesem Grunde rückt das Pyrenoid auch niemals so nahe an die Zellwand heran, wie das im Falle eines Platten chlorophors öfters vorkommen müßte. Der Kern liegt auch immer in der Peripherie der Zelle.

Die Membran ist in der Regel dünn, nur ausnahmsweise mäßig verdickt, und verschleimt niemals. Die Teilung der Zellen liefert infolge ihres wandfreien Charakters sehr verschiedene Bilder. Man sieht bald zweiteiligen (Fig. 3), bald polygonal mehrteiligen (Fig. 5 u. 6) Inhalt, sowie auch rundlich-ovale Tochterzellen, welche mit freiem Spielraum im Lumen liegen. Die zweigeteilten Exemplare (Fig. 3) zerfallen meist sofort in Tochterzellen (Fig. 4); auch die Produkte der Mehrteilung werden oft durch sehr rasche Auflösung der Mutterzellhaut alle gleichzeitig frei; im Falle letztere aber etwas verdickt ist, bleibt sie noch eine Zeitlang erhalten, und die Teilzellen treten dann durch einen Riß aus als ellipsoidische Aplanosporen von durchschnittlich 2,2 u. 4,5 μ Größe (Fig. 7). Sie können sich schon in der Mutterzelle vergrößern, wachsen aber jedenfalls nach der Befreiung sofort wie vegetative Zellen weiter. Zoogonidien konnten nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

Durch Kongorot und Methylenblau wird die lebende Membran im allgemeinen wenig beeinflußt und färbt sich durch Brillantblau erst nach längerer Einwirkung. Auch der Zellinhalt ist gegen diesen Farbstoff eine Zeitlang resistent und zeigt erst nach mehrmals wiederholtem Zusatze allmählich schwach diffuse Färbung des Zellsaftes, oder auch sehr kleine, um das Chlorophor herum zerstreute blauviollete Körnchen (Fig. 8 u. 9). Einzelne Zellen können der Tinktion stundenlang widerstehen. Durch Zusatz einer Spur von Essigsäure wird nebst der Brillantblaufärbung des Inhaltes auch jene der Membran sofort aufgehoben.

Chl. murorum lebt meistens auf senkrechten oder verschiedengradig geneigten, meist beschatteten Flächen, wie den unteren Teilen von Bäumen, Zäunen, Mauern, bisweilen aber auch auf horizontalen Steinplatten oder der Schnittfläche alter Wurzelstöcke und bildet die reichlichsten und relativ reinsten Lager bei Gegenwart einer

gewissen Menge stickstoffhältiger organischer Zersetzungsprodukte: so insbesondere am Sockel und auf den Gesimsen großer Gebäude, welche von zahlreichen Tauben bewohnt werden. An solchen Orten kann die Alge auch längere Trockenheit und zeitweise Besonnung ohne Schaden ertragen. Nebstdem findet sie sich häufig vermischt mit anderen Algen, z. B. mit *Chl. sociabile* nob., *Stichococcus bacillaris* usw.

In Luftkulturen erwies sich die Art als ziemlich ausdauernd; in Wasserkulturen nahmen die Chlorophore bald ein körniges Aussehen an und begannen schon nach einer Woche zu degenerieren, erholten sich aber wieder, nachdem sie an die Luft zurück versetzt waren. Nach 4 Wochen anhaltender Immersion war die Alge größtenteils abgestorben.

Chlorococcum sociabile n. sp.

Strata viridia vel flava, nonnisi post mortem interdum rubescentia formans; cellulis plerumque exacte globosis, interdum subellipsoideis, 8—20 μ (raro ad 27 μ) crassis; chlorophoro globoso centrali, saturate viridi, fere totam cellulam explente, in circuitu subtiliter crenulato, incisura laterali et pyrenoide distincta donato; membrana subtenui, in statu quiescente modice incrassata; familiis primo membranae matricalis, tum septorum secundariorum ope colligatis; Aplanosporis et zoogonidis (gametis?) rotundatis.

Cellulae vivae pigmenti „Brillantblau“ ope extrinsecus diffuso modo tinguntur et intus saepius punctis caeruleis manifestis circa chlorophorum ordinatis notantur.

Hab.: Obligoatmophyticum (usque fere mesoatmophyticum), tum symbiotice in lichenibus diversis, tum strata propria formans ad muros, saxa, lignamenta vetusta et cortices, caeterum inter alias algas (praecipue Apatococcum vulg.) persaepe dispersum.

Abbildungen bei Woronin[1]) und in unseren Figuren 11—23.

Wohl entwickelte Exemplare dieser Art unterscheiden sich von *Chl. murorum* im allgemeinen durch größere Dimensionen, besonders durch eine vorwiegend regelmäßig kugelige Zellform und ein fast die ganze Zelle ausfüllendes meistens lebhaft grünes Chorophor. Letzteres ist normalerweise an seinem Umfange fein und gleichmäßig gekörnt oder gezähnelt und nur an einer seitlichen Stelle mit einer Delle für die den Kern beherbergende Vakuole versehen, welche Delle in geeigneter Stellung der Zelle einen „seitlichen Ausschnitt“ darstellt (Fig. 11). In der Mitte des Chlorophyll-

[1]) Vergl. Fußnote 2 auf p. 315.

trägers liegt ein gleichfalls kugeliges Pyrenoid, welches meistens unmittelbar deutlich zu sehen ist. Die Membran ist im allgemeinen etwas kräftiger als jene von *Chl. murorum*, erreicht aber auch an alten Zellen und in Trockenperioden niemals eine auffallende Dicke.

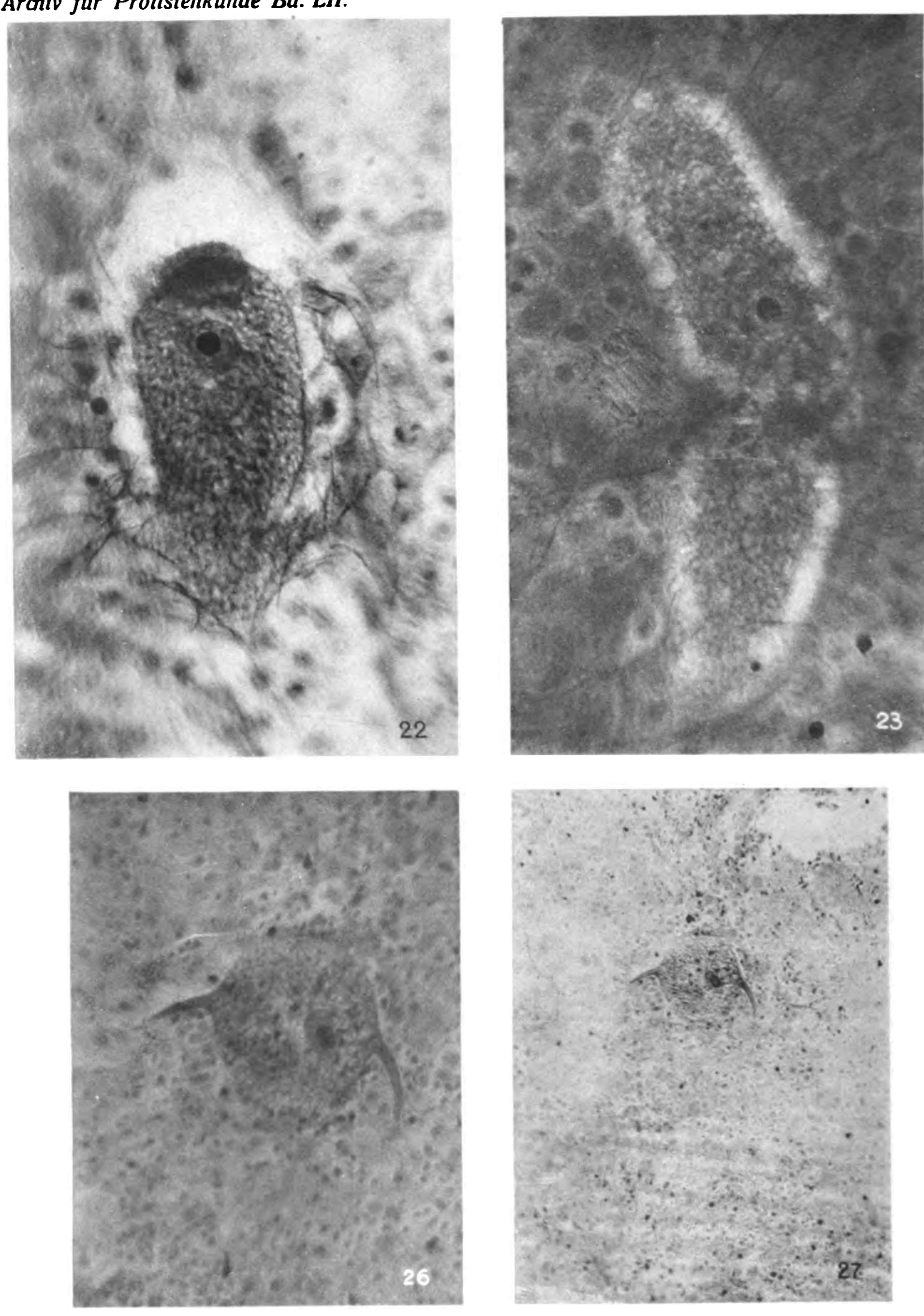
Junge Exemplare von *Chl. sociabile* haben oft so größe Ähnlichkeit mit der vorigen Art, daß sie nur durch Schnellfärbung von dieser zu unterscheiden sind. Ausgebildetes Material ist aber nicht nur durch die cytologischen Eigentümlichkeiten, sondern auch durch das häufigere Vorkommen größerer Zellen und von septierten Familien charakterisiert.

Bleibt die Mutterzellhaut längere Zeit erhalten, so kann sie durch die Vermehrung und das Wachstum der in ihr eingeschossenen Tochterzellen „maulbeerförmig" aufgetrieben werden, Fig. 13, 14, 15, wie FAMINTZIN und BARANETZKY [1]) bemerken. Hierbei pflegen die Zellplatten scheidewandähnlich zu erstarken, so daß die Tochterzellen auch nach schließlicher Auflösung der allgemeinen Membran vorerst in Zusammenhang bleiben (Fig. 16) und nur allmählich auseinander fallen. In anderen Fällen entstehen viele, oft nur 2,5 μ große unbewegliche Körner, deren weitere Schicksale nicht bekannt sind, während unter Umständen auch Schwärmer auftreten können. Diese treten einzeln durch eine Öffnung des Sporangiums aus, besitzen meistens eine runde Form von ca. 4,5 μ Durchmesser mit zwei gleichlangen Cilien, ohne Stigma. Bisweilen sah ich zwei Exemplare vereinigt schwärmen, konnte aber eine Kopulation nicht zweifellos feststellen. In einem scheinbar reinen Lager zeigten sich auch ovoide Schwärmzellen, deren Zugehörigkeit aber nicht sicher war.

Für Farbstoffe und insbesondere für Brillantblau ist diese Art erheblich empfänglicher als die vorige. Ihre Membran färbt sich bald so weit, daß sich ein diffuser violetter Schein über die ganze Zelle ausbreitet. An günstigem Materiale treten dann im Umkreise des Chlorophors zerstreute und im seitlichen Ausschnitt öfters gehäufte, mittelgroße, dunkelblaue Körner auf (Fig. 21 u. 22). Nach Zusatz von etwas Essigsäure verschwinden nicht nur diese, sondern auch die Membranfärbung. Durch Methylenblau, sowie auch durch Kongorot wird die Membran weniger beeinflußt, durch Chlorzinkjod färbt sie sich schwach violett, während der Inhalt dunkel braungrün erscheint. Nach genügendem Zusatze von Jodjodkali erscheint in dem durchaus braungelben Chlorophore das Pyrenoid als ein scharf

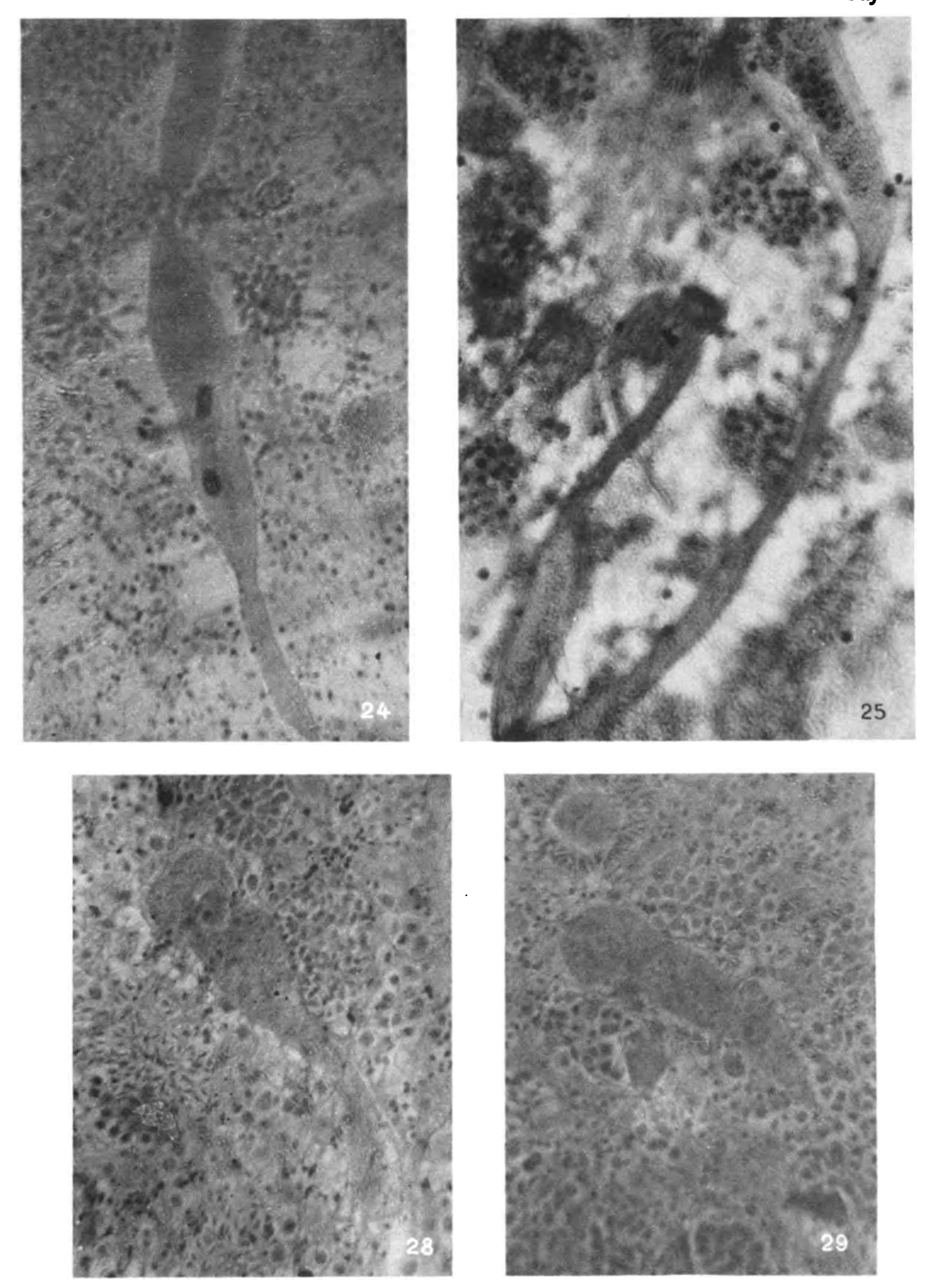
[1]) FAMINTZIN, A. u. BARANETZKY, J.: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Gonidien- und Zoosporenbildung der *Physcia parietina*. in: Bull. de l'Acad. de St. Petersbourg 1868 p. 57.





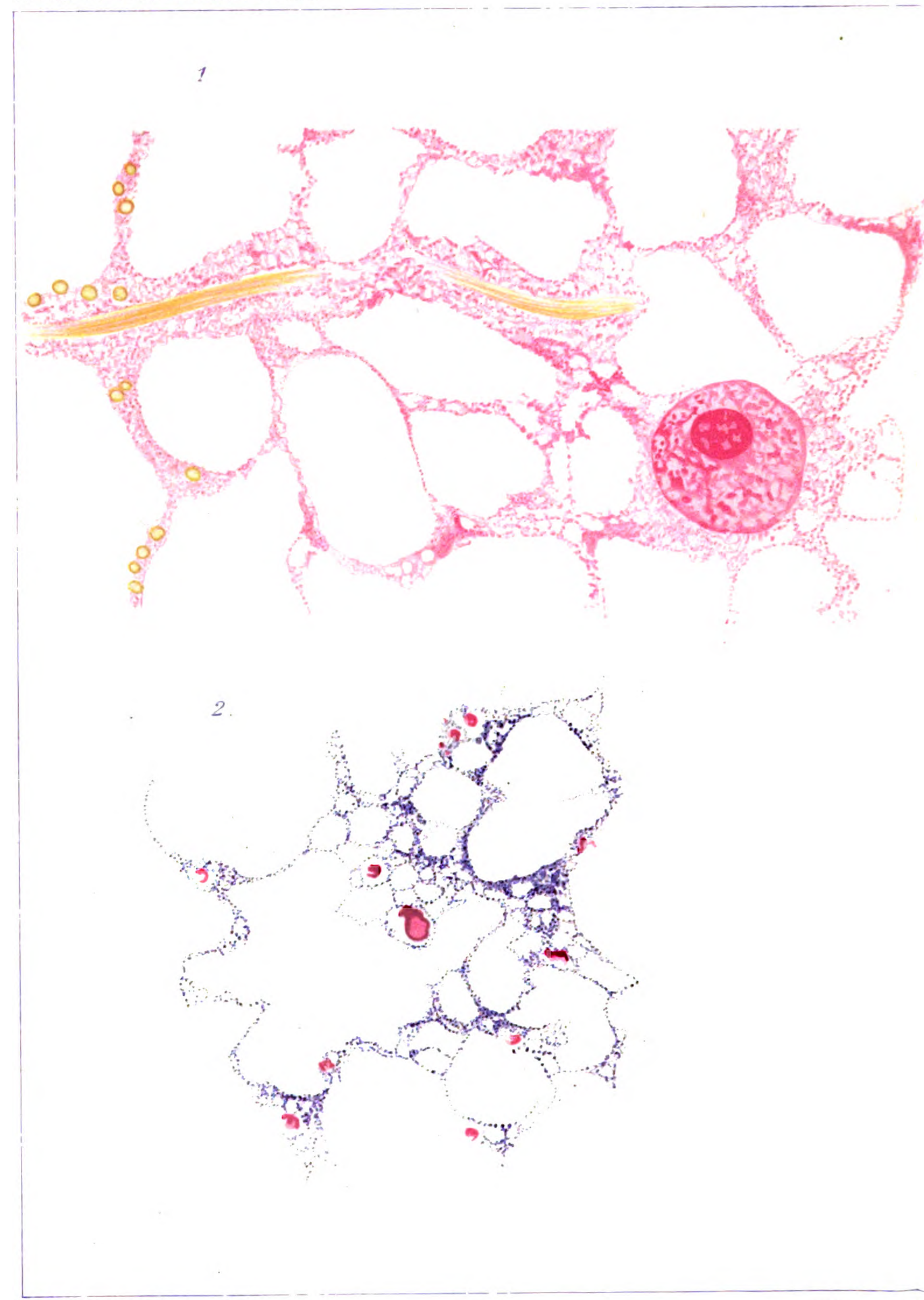
Bhatia u. Chatterjee.

Verlag von Gustav



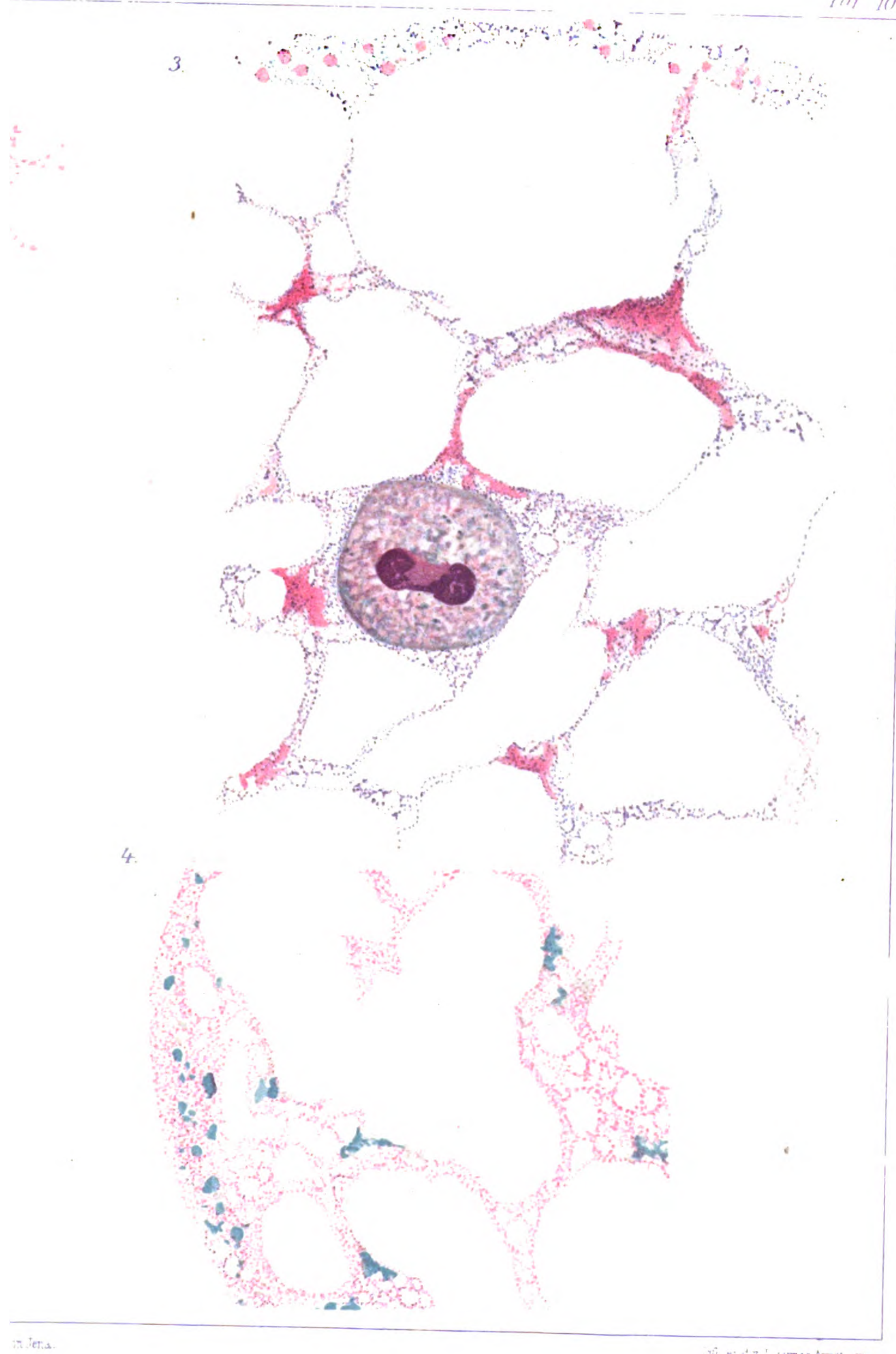
Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

Fischer in Jena.



Rumjantzew u. Wermel

Verlag von Gustav F



in Jena.

Lith. Anst. v. J. Arndt, Jena.

begrenzter — aber meistens nicht dunkel berandeter — etwas hellerer Körper. (In Fig. 23 z. T. dunkel berandet, z. T. nicht.)

Chl. sociabile war in allen *Physcia*- (inkl. *Parmelia*- und *Xanthoria*-) Arten, welche mir während dieser Untersuchungen vorgekommen sind, als Symbiont [1]) festzustellen, ebenso an einigen anderen Flechtengattungen. Die Alge stellt somit einen jener von Ansehen schon lange bekannten Organismen dar, welche von den Lichenologen als „Gonidien“ oder spezieller „Chlorogonidien“ (Wallrot) bezeichnet wurden. Nach Aufklärung der Flechtennatur wurde die *Physcia*-Gonidie von de Bary für *Protococcus viridis*, von Bornet und Schwedener aber für *Cystococcus humicola* Näg. gehalten; Hedlund [2]) nennt sie vorsichtiger *Xanthoria*-Alge; die Benennung *Cystococcus* [3]) ist nämlich wegen des dieser Gattung eigentümlichen parietalen Chlorophors ebenso unhaltbar, wie die von Artari versuchte Identifizierung mit *Chlorococcum infusionum* Menegh.

Von den in der Literatur vorliegenden Abbildungen der *Parmelia*-Gonidien stimmen, soweit deren vegetative Zustände in Frage kommen, die Figuren von Woronin sehr wohl mit meinen Befunden an *Chl. sociabile* überein. Dagegen besitzt jene Alge, welche Beijerinck [4]) aus *Physcia parietina* herauskultiviert hat, mehr Ähnlichkeit mit dem später zu beschreibenden *Cystococcus silvaticus* nob. und ist, in Gesellschaft der Flechte lebend, wohl zufällig in die Kultur geraten. [*Cystococcus silvaticus* hätte wohl in Kapitel XI beschrieben werden sollen. Es fehlen alle Daten. Anm. d. Herausg.]

Nicht nur in regelrechter Symbiose lebt unsere Alge mit dem Flechtenpilze zusammen, sondern sie stellt auch in loser Vermischung mit ihm den Hauptbestandteil der meisten Soredien- und Lepraformen

[1]) Hier ist jedoch zu beachten, daß nicht alle Algen, welche bei der Untersuchung von Flechten gefunden werden, dieser Gemeinschaft angehören. Besonders ältere Flechten sind nämlich bisweilen äußerlich mit fremden Algen zufällig besetzt, am häufigsten wohl mit Spuren von *Apatococcus vulgaris*.

[2]) In der Festschrift für Kjellmann (1907) zitiert nach Schröter, C.: Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1908, p. 562.

[3]) Treboux, O. (Die freilebende Alge und die Gonidie *Cystococcus humicola*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1912 p. 74—75) hebt mit Recht hervor, daß sich diese Alge durch ein massives zentrales Chlorophor von *Cystococcus humicola* Naegeli unterscheide, äußert aber unter Vorbehalt die Meinung, daß man den bisherigen Namen trotzdem beibehalten könne. An dieses ganz unmögliche systematische Verfahren schließt sich die offenbar nicht auf eigenen Untersuchungen, sondern nur auf Literaturangaben beruhende „Systematische Gliederung der Protococcales“ von Brunnthaler (in: Verh. d. zool. bot. Ges. Wien 1913) ohne weiteres an.

[4]) Beijerinck, M. W.: Kulturversuche mit Zoochlorellen usw. Bot. Zeitschr. 1890, Taf. VII Fig. 4.



dar; ihre Zellen sind hier vielfach krankhaft verändert oder auch abgestorben.

Am sichersten ist *Chl. sociabile* in der Umgebung von *Xanthoria parietina* aufzufinden, wenn diese an senkrechten Felsen oder an Stützmauern, Widerlagern von Steinbrücken u. dgl. wächst. Hier bildet sie oft gut entwickelte, fast reine und nur von etwas Pilzmyzel durchsetzte grüne Lager, welche nach der Flechte zu allmählich durch Gelbgrün in Zitronengelb übergehen. Von dieser Gelbfärbung ist jedoch im Mikroskope nichts zu sehen; die Algenzellen erscheinen vielmehr hier rein grün und der Pilz ganz farblos, so daß wohl eine Imprägnierung mit Flechtenfarbstoff vorliegt, welche so schwach ist, daß sie nur in dickeren Schichten zutage tritt.

An solchen Lagern sind alle Stadien des Überganges von einfacher Gesellschaft vollständig normaler *Chl.*-Zellen mit Pilzmyzel bis zu ausgeprägter Symbiose (oder Parasitismus [1]?) so leicht zu beobachten, daß man sich der Annahme nicht verschließen kann, die Natur der Flechten wäre schon viel früher erkannt worden, wenn die Forscher sich mehr mit unmittelbarer Naturbeobachtung befaßt hätten.

Auch die Nachbarschaft der Flechte ist keine unerläßliche Bedingung für die Ausbildung halbreiner, wohlentwickelter Bestände unserer Alge, denn solche kommen bisweilen auch ganz selbständig vor, und zwar besonders an altem Holzwerke von Brücken oder Gebäuden und Zäunen, welche sich an Bachufern oder auf feuchten Wiesen befinden. Häufiger noch findet sich die Alge unter anderen Atmophyten zerstreut; insbesondere wird man sie selten in solchen *Apatococcus*-Anflügen vermissen, welche unterhalb der Höhe von ca. 2 m an Baumstämmen sitzen. Ihre Unterscheidung von Einzelzellen und Sporangien letzterer Art erfordert einige Aufmerksamkeit [2]), ist aber auch an weniger günstigem Materiale durch Brillantblau und Jodjodkali sicher zu stellen.

Auch selbständig lebendes *Chl. sociabile* muß bei seiner allgemeinen Verbreitung jedem Forscher, welcher sich auch nur vorüber-

[1]) Zu dieser Auffassung neigt Treboux (l. c. p. 77 ff.) mit dem wohlbegründeten Hinweise auf teilweise Verkümmerung der Flechtengonidien. Da aber nebstdem alle Übergänge zu normalen Verhältnissen vorkommen, ist die Art doch sicher zu erkennen.

[2]) Dieser Umstand erklärt die Angabe des vorgenannten Autors (l. c. p. 76), daß Überzüge von „*Cystococcus humicola*“ (i. e. *Chlor. sociabile* nob.) bei Charkow bis in die Gipfel der Bäume hinauf reichten. Hier liegt zweifellos eine Verwechselung mit *Apatococcus vulg.* nob. vor, da nur diese einzige protopleurococcoide Art befähigt ist, in so luftiger Höhe größere selbständige Lager zu bilden



gehend mit protopleurococcoiden Algen beschäftigt hat, notwendigerweise schon ins Gesichtsfeld gekommen sein. Um so mehr gilt das von solchen Autoren, aus deren umfangreicher literarischer Produktion man auf eine eingehende Untersuchungstätigkeit schließen könnte. Da nun CHODAT's Schweizer Algenflora wohl einen Status („*Cystococcus*") (von *Pleurococcus vulg.* MENEGH.) aber keine Art anführt, welche man auf *Chl. sociabile* beziehen könnte, so ist wohl anzunehmen, daß dem genannten Autor die zentrale Lagerung des Chlorophors bei letzterer Art genügt hat, um sie mit *Cystococcus* oder *Pleurococcus* zusammen zu werfen. Es ist übrigens kaum möglich alle Rätsel zu lösen, welche uns die Literatur auf diesem Gebiete schon aufgegeben hat.

In Luftkulturen erwies sich die Alge ziemlich ausdauernd; auch in Wasser erhielt sie sich 1—2 Wochen ohne erhebliche Veränderung, dann trat aber körnige Entartung und Atrophie des Chlorophors ein, oft verbunden mit seitlicher Verschiebung, so daß solche Zellen von schadhaften Cystococcuszellen nicht mehr zu unterscheiden waren. Auch Jodjodkali wirkte dann in ähnlicher Weise, wie bei letzterer Alge, indem ein breiter dunkelbrauner Hof um das Pyrenoid auftrat. Nach 2 Monaten war die Alge immer größtenteils abgestorben und nach ca. 4 Monaten vollständig verschwunden.

Der bequemeren Vergleichung wegen wollen wir jetzt die historische Reihenfolge verlassen und hier eine der vorerwähnten, mit *Chl. sociabile* verwechselten Algen folgen lassen.

VIII. *Pleurococcus.*

Pleurococcus MENEGHINI [1]).

„Corpuscula subglobosa, vesiculis diaphanis inclusa, serius ordine quaternario partita, unaquaque parte propria vesicula plerumque vestita, mucositate omnino destituta, libere vagantia [2]) vel in stratum crustaeforme aggregata." Dies MENEGHINI's Originaldiagnose.

Diese Gattung ist, wie schon bei *Chlorococcum* angedeutet wurde, aus dem durch Tetradenbildung gekennzeichneten *Chlorococcum vulgare* GREVILLE entstanden, indem MENEGHINI dieser nunmehr *Pleurococcus vulgaris* benannten Art noch zwei weitere grüne (*Pleurococcus angulosus* und *glomeratus*) sowie fünf blaugrüne Formen beigesellte.

Das wesentliche Kennzeichen, welches diesen meist ungenügend

[1]) MENEGHINI, J.: Conspect. alg. Eugan. 1837 p. 19.

[2]) Aus dem weiteren Texte geht hervor, daß dieser Ausdruck nicht eine aktive Beweglichkeit, sondern nur eine zerstreute Lage freier Zellen bezeichnen soll.

beschriebenen Arten gemeinsam war, bestand in der Befähigung zu kreuzweiser Vierzellteilung. (Die Struktur des Zellinhalts war zu jener Zeit noch nicht bekannt und der Verschiedenheit der Chromatophorenfarbe wurde kein Wert beigelegt.)

Eine derartige Gattung wäre natürlich mit den zurzeit geltenden Nomenklaturregeln nicht in Einklang zu bringen, wenn sie nicht in dem seit mehr als 50 Jahren allgemein als Art anerkannten — wenn auch erst neuerdings richtig erkannten — *Pleurococcus vulgaris* einen charakteristischen Typus besäße, für welchen anderenfalls ein neuer Gattungsnamen ersonnen werden müßte.

Pleurococcus vulgaris (Greville) Meneghini [1]).

„Pleurococcus corpusculis viridibus, plerumque tetradymis, margine dilutiore cinctis, contentu multoties quadripartito, partitionibus vero-saltem postremis-invicem non discretis, in stratum viride crustaeforme aggregatis." Dies die Originaldiagnose Meneghini's.

Weitere Aufklärung geben die Figuren sowie die ausführliche Beschreibung. Nebst der Mannigfaltigkeit der Thallomgestaltung wird die Ähnlichkeit mit *Prasiola furfuracea* hervorgehoben und bemerkt, daß die Thallome von *Pleurococcus vulgaris* zwar auch flach zu sein scheinen, aber tatsächlich „solida et subrodundata" sind. Nur dieser Umstand scheint Meneghini abgehalten haben, die Alge in die Familie der Prasiolaceen zu versetzen, da man dieser Familie früher ausschließlich flächenhafte Thallome zuschrieb.

Trotzdem Meneghini's Beschreibung und Abbildung von *Pleurococcus vulgaris* auch ohne das Vorhandensein von Originalmaterial vollständig zur Wiedererkennung der Art genügt hätten, ist diese bis auf die neuere Zeit zumeist übersehen und fortgesetzt mit einer grundverschiedenen Alge verwechselt worden, welche Naegeli [2]) als

[1]) Meneghini: 1843, Monographia Nostochinearum. — Torino p. 30.

[2]) Naegeli, C.: Die neueren Algensysteme. Zürich 1847, p. 124 f. Die hier durch falsche Bestimmung geschaffene Homonymie kann natürlich nicht aufrecht erhalten bleiben. Das betrifft aber nicht nur die Art, sondern auch die auf sie begründete Gattung *Pleurococcus* Naegeli. Letztere ist übrigens nicht nur nach dem formellen Gesetz der Priorität, sondern schon aus inneren Gründen unmöglich. Ursprünglich lautet nämlich deren ganz vage Diagnose: „*Pleurococcus* ist eine einfache sphärische (Grünalgen-) Zelle, welche sich durch wandständige Zellenbildung in 2—4 gleiche Tochterindividuen teilt." Zwei Jahre später (Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849, p. 64) wird sie jedoch in folgender Weise charakterisiert: „Zellen kugelig oder durch gegenseitigen Druck polyedrisch, mit dünnen Wandungen, einzeln oder in kleine kugelige oder würfelförmige, freiliegende Familien vereinigt; Teilung abwechselnd in allen Richtungen des Raumes; alle Generationen entwickelt." Hiermit ist die ursprüngliche Diagnose durch Aus-



Pleurococcus vulgaris irrtümlich beschrieben hatte. Die auf NAEGELI nächstfolgenden Autoren[1]) haben sich nämlich im Vertrauen auf seine Autorität mit einer Prüfung der Angelegenheit nicht befaßt und nicht bemerkt, daß dieser Autor gar nicht MENEGHINI's Text, sondern nur die zugehörigen Figuren berücksichtigt hatte. Daß letztere zu jenen von NAEGELI nicht paßten, lag auf der Hand; so eingewurzelt war aber damals die vorgefaßte Annahme einer gewissen Einheitlichkeit der grünen Anflüge, daß NAEGELI gar nicht an die Möglichkeit dachte, seinem Vorgänger könnte eine andere Alge vorgelegen haben, sondern diesem von kurzer Hand einen Beobachtungsfehler zuschob mit den Worten: „Dem Verf. ist teils das gesetzmäßige der Zellenbildung entgangen, teils sind, namentlich in der Partie der Fig. 1 Organismen abgebildet, welche vielleicht Entwicklungsstadien von Flechten, gewiß aber nicht Formen von *Pleurococcus vulgaris* sind". Dieser Tadel ist aber durchaus unbegründet, denn MENEGHINI's Abbildung enthält nicht eine einzige unrichtige oder artfremde Figur und könnte nur insoferne beanstandet werden, als sie nach totem Materiale hergestellt scheint und nicht den ganzen Formenkreis der Alge einschließt.

Es ist mir nun gelungen, ziemlich reine Bestände dieser im ganzen seltenen Alge an einer Reihe von Orten aufzufinden und durch fortgesetzte Beobachtung ihren Entwicklungsgang festzustellen, so daß in folgendem eine vollständigere Diagnose der Art, sowie der auf diese begründeten Gattung gegeben werden kann. Letztere kann jetzt unbedenklich zur Familie der *Prasiolaceae* (*Blastosporaceae* JESSEN-WILLE) gezogen werden, nachdem mittlerweile in *Gayella*

---

scheidung des Charakteristikums der Wandteilung und durch Zulassung polyedrischer Zellen noch weiter verändert, um in ihr auch eine ausschließlich mit wandfreier Teilung ausgestattete Alge (*Pleurococcus miniatus* NAEG.) unterbringen zu können. Dadurch erhielt die Gattung aber „ganz unzusammenhängende Bestandteile". Um aus diesem systematischen Mißverhältnisse herauszukommen, müssen wir für NAEGELI's Alge eine neue Gattung aufstellen und werden sie unten als *Desmococcus vulgaris* beschreiben.

[1]) BORZI, A. (Studi algologici. Fasc. II 1895 p. 207) hat als erster die Identität von MENEGHINI's und NAEGELI's Alge in Abrede gestellt und zwar unter Berufung auf Originalmaterial des erstgenannten Autors, welches ihm zentrale Chloroforen zu enthalten schien. Diese Angabe griff CHODAT (Annals of Bot. 1897 und Algues vertes de la Suisse 1902) lebhaft auf und rechnete daraufhin alle mit ähnlichen Chlorophoren ausgestatteten, protopleurococcoiden Algen ohne weiteres zu *Pleurococcus vulgaris* MENEGH. Die Gattung stellte er in den zitierten Publikationen zur Familie der Pleurococcaceae und proklamierte erst viel später (Polymorphisme 1909, p. 72) gleichsam als einen neuen Gedanken und ohne Erwähnung der klaren Angaben MENEGHINI's ihre Zuteilung zu den Prasiolaceae.

Rosenv. (*Prasiola crispa f. torta* nob.[1]) schon eine nach allen drei Richtungen des Raums wachsende Form dieser Familie bekannt geworden ist.

Pleurococcus Menegh. emend.

Phycomata parenchymatoidea, cubico-bulbosa vel multiformia, pro tempore ramos breves, mox fatiscentes emittentia, e statu coccoideo bipartitionis parietinae cruciatim repetitae ope orta; cellulla chlorophoro centrali, irregulariter stellato et pyrenoidem singularem includente instructa. Propagatio fragmentationis spontaneae nec non aplanosporarum ope peracta. Zoogonidiis ignotis.

Pleurococcus vulgaris Menegh. emend.

Thallus juvenilis laminiformis, postea corporeus, interdum ramificatus, interdum filiformis, minimus vel ad 110 μ latus, ramis unipluriseriatis, subtorulosis, nunquam aequaliter cylindraceis, cellulis vegetativis 2—12 μ latis, membrana manifesta donatis, nunquam rubescentibus; aplanosporangiis ad 26 μ, aplanosporis 4—6 μ latis.

Cellulae vivae pigmenti „Brillantblau" ope extrinsecus brevi tempore leviter in caeruleo-violaceum tinguntur, intus punctulis vel maculis irregularibus circa chlorophorum dispersis notantur.

Hab. polyatmophyticus, passim in locis demissis, minus insolatis, imprimis ad summos arborum radices humo non tectas nec non ad arborum, lignamentorum vetustorum, saxorum et murorum partes inferiores inter alias algas.

f. pulveracea (Kütz) n. f. (Prasiola pulv. Kütz) thallo exiguo, e cellulis minimis composito; cum forma principali fig. nostra 63, 71.

f. imperfecta n. f. majore pro parte coccoidea, rarius corpora minora formans; in locis siccioribus ad saxa et muros inter alias algas.

Nebst der Originalabbildung dieser Algen und unseren Figuren 54—77 sind auch jene anderen nach Meneghini erschienenen Figuren zu berücksichtigen, an welchen zu erkennen ist, daß sie hierher gehören. Zunächst ist zu bemerken, daß Rabenhorst[2]) nur eine teilweise Reproduktion der Originalfiguren bringt. Kützing[3]) bildet *f. pulveracea* als *Prasiola*-Art ab. Unter den zahlreichen Figuren, welche Chodat[4]) auf *Pleurococcus vulgaris* Menegh. bezieht, befinden

[1]) Brand, F.: Über die Beziehung der Algengattung *Schizogonium* zu *Prasiola*. Hedwigia 1914 p. 203.

[2]) Rabenhorst: Flora europ. algar. III. 1868 p. 3.

[3]) Kützing: Tab. phyc. V tab. 39 fig. 1.

[4]) Chodat, R., 1902 l. c. und 1909 l. c.: Daß die Bedeutung dieser Figuren nicht immer zu erkennen ist, erklärt sich teils aus der flüchtigen Art ihrer Aus-



sich gleichfalls einige, welche als zugehörig zu erkennen sind. Eine sehr gute Darstellung verschiedener Entwicklungszustände gibt schließlich WILLE[1]), aber unter der Bezeichnung *Prasiola furfuracea.*

Die einfachste Erscheinungsweise und zugleich das Jugendstadium der Alge ist die durch Wandteilung sich vermehrende coccoide Form (Fig. 54—58). Sowohl die mehr oder weniger regelmäßig runden Einzelzellen dieser Form, als ihre Zwillinge und Tetraden können unter Umständen so sehr an *Desmococcus vulgaris* (*Pleurococcus vulg.* NAEGELI) oder auch an *Apatococcus vulg.* nob. erinnern, daß sie, falls der Zellinhalt nicht deutlich zu erkennen, oder pathologisch verändert ist, nur durch Tinktion sicher zu unterscheiden sind.

Die weitere Entwicklung verläuft in staunenswert ungebundener Weise. Unter günstigen Verhältnissen setzt sich die sukzedane Zweiteilung nach allen Richtungen des Raumes fort bis zur Ausbildung mehrschichtig flacher, abgerundet eckiger (Fig. 63), oder viel-

---

führung, teils aus dem zugehärigen Texte. In diesem hat nämlich der Autor den ohnehin schon genügenden Formenreichtum von MENEGHINI's Art sehr freigebig vermehrt, indem er ihr auch tetraëdrische Teilungen, teilweise plattenförmige Chlorophore, die Befähigung zur Erzeugung von orangefarbigem und rotem Farbstoff, sodann Zoosporen und fakultative Gameten zuschreibt.

[1]) WILLE, N.: Neue algeologische Untersuchungen an der biologischen Station in Drontheim. 1906 tab. I fig. 1—29. Ein bestimmtes Kennzeichen von *Prasiola furfuracea* ist an keiner dieser Figuren zu finden. Die körperlichen Formen entsprechen vollständig dem *Pleurococcus vulgaris* MENEGH. und das größte flächenförmige Thallom mißt nur 57 μ in der Länge, welche Dimension auch bei *Pleurococcus* nicht ausgeschlossen ist, während KÜTZING die Länge der Blätter von *Prasiola furfuracea* zu 1''' (2250 μ) und jene der kleineren *Pr. leprosa* zu $^1/_8$'''—$^1/_4$ (281—562) (281 μ) angibt. Nebstdem wird diesen beiden Algen ein Stiel zugeschrieben, von welchem an WILLE's Figuren nichts zu sehen ist, so daß sie höchstens ein frühes Jugendstadium von *Prasiola* darstellen hönnen. Ob aber in einem speziellen Falle ein solches oder eine Vermischung von *Pleurococcus* mit *Prasiola* vorliegt, läßt sich nur an reichlichem lebenden Material entscheiden. Solches war mir niemals zugänglich, da diese kleinen *Prasiola*-Arten ausschließlich die Ufer nördlicher Meere zu bewohnen scheinen. Dagegen konnte ich mich sicher überzeugen, daß der binnenländische *Pleurococcus vulgaris* MENEGH. niemals in eine der *Prasiola furfuracea* ähnliche Form übergeht. Auch die von anderer Seite geäußerte Meinung, daß *Pl. vulgaris* mit *Schizogonium* AUCTOR. (*Prasiola crispa* f. *simplex* nob.) in genetischer Beziehung stehe, konnte ich nicht bestätigen. Richtig ist, daß sich beim Zerfall solcher Fäden bisweilen coccoide Zellformen bilden, welche an jene von *Pl. vulgaris* erinnern. Diese gehen aber nach einigen Kreuzteilungen bald durch ausschließliche Querteilungen wieder in die regelmäßig cylindrische und oft sehr kurzzellige Fadenform von *Pr. crispa* über. Trotz aller Bemühungen ist es mir niemals gelungen, eine organische Verbindung derartiger Fäden mit einem ausgesprochenen *Pleurococcus*-Thallome feststellen zu können.

gestaltiger bis nahezu kugliger, auch unregelmäßig knolliger (Fig. 65) Zellkörper, welche einen Maximaldurchmesser von über 100 μ erreichen können. In Trockenperioden gehen diese in einen Dauerzustand über, nehmen dabei ein etwas opakes Aussehen und eine unrein grüne Farbe an, so daß ich bei ihrer Entdeckung über die Natur ihres Farbstoffes in Zweifel war.

Von allen Thallomen können an beliebiger Stelle sproßähnliche Fortsätze entspringen. Sind diese am Grunde breit, mehrreihig und verdünnen sich dann konisch gegen eine einzellige Spitze zu, so entstehen Gebilde, welche für unsere Alge geradezu charakteristisch sind (Fig. 66 und bes. 67)[1]). Oft sind solche Äste auch durchaus einreihig, und können sich sogar verzweigen. Immer unterscheiden sie sich aber von den gleichmäßig cylindrischen Fäden der *Prasiola crispa* (*Schizogonium* Autor) durch eine verbogene und torulöse Form und enthalten auch niemals jene scheibenförmig kurzen Zellen, welche bei letzterer Art so häufig vorkommen; nebstdem erreichen die Äste keine nennenswerte Länge, sondern lösen sich entweder infolge des Absterbens von Zwischengliedern oder durch Abschnürung (Fig. 59, 62, KÜTZING l. c. fig. e) bald vom Thallome ab, um sich dann in verschiedener Weise selbständig weiter zu entwickeln. Unter ungünstigen Ernährungsverhältnissen entstehen bisweilen auch rhizoidähnlich verdünnte Äste, welchen jedoch die klebrige Beschaffenheit echter Rhizoide abgeht. Unter diesen Umständen ist diese Art keinesfalls als Fadenalge aufzufassen.

Die ursprünglich vorhandenen flachen Tetraden (Fig. 69) können ihre weiteren Teilungen auch eine Zeitlang auf zwei Richtungen des Raums beschränken und so kleine einschichtige (Fig. 70) Flächengebilde entstehen lassen, deren größte Breite jedoch selten 20—30 μ überschreitet.

In anderen Fällen entstehen von vorneherein keine Tetraden, sondern kurze Zellreihen vom Charakter der oben beschriebenen Äste (Fig. 60, 61). Auch diese können sich in die verschiedensten anderen Thallusformen umgestalten, unter welchen das (ein- oder mehrreihige)

---

[1]) Einen ähnlichen Auswuchs zeichnet KÜTZING in den zitierten Figuren von *Prasiola pulveracea* unter b. Die Körperlichkeit dieser kleinen Thallome ist wegen der allzu schwachen Vergrößerung vom Autor nicht erkannt worden. Sodann zeigt CHODAT in „Polymorphisme" Taf. II Fig. 7 ein Thallusfragment, welches sich einseitig in der Weise verjüngt, daß die Spitze auf zwei Zellängen nur einreihig ist. Die beigegebene Erklärung „Filament qui passe au thalle plurisérié" stellt aber das tatsächliche Verhältnis auf den Kopf.



rechtwinklig abgeknickte Thallom[1]) zwar nicht häufig, aber desto charakteristischer ist (Fig. 59).

Schon vom coccoiden Stadium an gehen Wachstums- und Teilungsprozeß in sehr ausgesprochener Weise ihre eigene Wege, so daß in einem Thallome der Durchmesser der Zellen bis auf 2 μ herabsinken kann (*f. pulveracea*) (Fig. 63), während er in anderen bis über 10 μ beträgt. Derartige Unterschiede bestehen bisweilen sogar an verschiedenen Abschnitten des gleichen Zellkörpers und machen dessen tetradisch-kubische Struktur undeutlich. In noch höherem Grade kann der morphologische Grundplan durch Aplanosporenbildung oder durch Absterben einzelner interkalarer Glieder gestört werden, indem die Nachbarzellen den so frei gewordenen Raum ausnützen und hierbei unregelmäßige Formen annehmen.

Alle diese verschiedenen Thallusformen finden sich kaum jemals in einem einzigen Bestande vereinigt, sondern je nach Jahreszeit, Witterungs-, Feuchtigkeitsverhältnissen und der Beschaffenheit des Wohnortes überwiegen die einen Formen, die anderen Formen bilden sich erst bei Veränderung jener Verhältnisse oder sind auch bei fortgesetzter Beobachtung nicht zu finden. So bilden sich kugelige Thallome z. B. in Trockenperioden resp. an trockenen Orten; große Feuchtigkeit fördert den Zerfall.

Der Bau der Zellen entspricht jenem der Prasiolaceen. Das je nach dem Zustande der Alge hell- bis dunkelgrüne Chlorophor füllt meist den größten Teil der Zelle aus. Für seine Form pflegt die übliche Bezeichnung „sternförmig“ noch weniger in wörtlichem Sinne zuzutreffen, als bei *Prasiola*. In der Regel zeigt die Zelle ein durch die knollig-lappige Oberfläche des Chlorophores hervorgerufenes fleckig marmoriertes Aussehen. Nur in solchen Zellen, deren Inhalt etwas verarmt ist und allgemein in jungen Aplanosporangien sieht man öfters Chlorophoren, welche als unregelmäßig sternförmig bezeichnet werden könnten. In dünneren Ästen sind sie aber oft so mangelhaft entwickelt, daß durch seitliche Verschiebung ihr zentraler Charakter verschleiert werden kann.

Das Pyrenoid ist wohl in vielen, aber nicht in allen Fällen unmittelbar zu sehen, läßt sich aber immer durch die im vierten Abschnitte angegebene chemische Behandlung nachweisen (Fig. 77, Behandlung mit Jod-Jodkali).

Die Membran ist an jungen Zellen ziemlich dünn, pflegt sich aber mit Zunahme des Alters merklich zu verdicken; ebenso ver-

[1]) Ein mehrreihiges Thallom dieser Art findet sich unter den zitierten Figuren von Meneghini, ein anderes bei Wille 1906, l. c. tab. I fig. 11.



halten sich die Scheidewände, so daß ähnlich wie bei *Prasiola* mehr oder weniger deutliche Areolierungen (Fig. 63 annähernd, Fig. 65) entstehen können. An letztere Gattung erinnert auch das Verhalten gegen Chlorzinkjod, indem hierdurch die Innenschicht der Membran älterer Thallome samt den eventuell von ihr abgehenden Scheidewänden violett gefärbt wird, während die Außenschicht farblos bleibt (Fig. 76?)[1]. Am deutlichsten ist das an leeren Zellen zu beobachten. An solchen, sowie an aufgeweichten Exsikkaten und Glyzerinpräparaten ist die Außenschicht auch ohne Reagentien deutlicher zu erkennen, als an lebenden Pflanzen.

Die Vermehrung der Alge vollzog sich während meiner mehrjährigen Beobachtungen niemals durch Zoosporenbildung, sondern entweder durch spontane Abtrennung kleinerer oder größerer Thallusstücke oder Einzelzellen (Fortpflanzungsakineten Wille), sowie auch durch einen Vorgang, den wir als Aplanosporenbildung auffassen können.

Dieser wird durch eine Art von Zellverjüngung eingeleitet. Beliebige — entweder interkalare oder freie — Zellen vergrößern sich unter Abrundung und ihr Inhalt hellt sich auf, so daß in einem gewissen Stadium Chlorophor und Pyrenoid sehr deutlich hervortreten. Bisweilen sieht man dann auch einen größeren seitlichen Ausschnitt, ähnlich wie bei *Chlorococcum sociabile*. Die darauf folgende Teilung des Zellinhalts erfolgt aber nicht nach dem polygonalen Schema wandfreier Zellteilung, sondern trotz häufiger Unregelmäßigkeiten unverkennbar nach dem Prinzip der rechtwinkligen Schneidung wandständiger Septa. Man sieht Zwei- und Vierteilungen, welche auch das Pyrenoid betreffen, dann alle Stadien sukzedaner Mehrteilungen, niemals aber tetraëdrische Bildungen. Haben die Tochterzellen eine Minimalgröße von ungefähr 6 μ erreicht, dann können sie durch Auflösung der Septa selbständig werden. Sie erscheinen dann nicht mehr deutlich rechteckig, sondern runden sich nach einem vorübergehenden Stadium polygonaler Pressung allmählich ab und liegen schließlich frei in der mütterlichen Zellhaut, bis sie durch deren Sprengung oder Auflösung entlassen werden (Fig. 72 und 68).

Die Aplanosporangien sind von sehr verschiedener Größe und können einen Durchmesser von 15 μ erreichen. Wenn diese Größe

[1]) Imhäuser, J. (Entwicklungsgeschichte und Formenkreis von *Prasiola*. Flora 1899 p. 234) hat schon an *Pr. crispa* diese Erscheinung beobachtet, welche nach Lütkemüller (Die Zellmembran der Desmidieen. in: Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen) auch an einigen Desmidiaceen hervorgerufen werden kann.



erheblich überschritten wird, dann erscheint die Zelle hydropisch und zeigt ein relativ kleines, blasses und undeutlich begrenztes Chlorophor, so daß wir der Meinung von WILLE beitreten müssen, nach welcher solche „Riesenzellen" dem Untergange geweiht sind. In Deckglaskulturen konnte ich mich überzeugen, daß die werdenden Aplanosporangien unter gewissen Umständen und zwar, wie es scheint, bei größerer Trockenheit in den vegetativen Zustand zurückfallen können. Ihr Inhalt verdichtet sich wieder, und sie verhalten sich fernerhin wie gewöhnliche Zellen.

Durch Brillantblau färbt sich die Membran allmählich schwach blauviolett bis dunkelblau (Fig. 73), an den Septis etwas rötlich violett; an den Aplanosporangien tritt diese Färbung etwas langsamer ein. Durch Essigsäure wird diese Tinktion zerstört, widersteht aber etwas länger als jene von *Desmococcus vulgaris.* Nach mehrfachem Zusatze der Brillantblaulösung treten auch im Innern der Zelle rings um das Chlorophor unregelmäßig zerstreute kleine, später auch größere, blaue Punkte und Fleckchen auf (Fig. 74). Schädigung und vollständige Durchfärbung der Zelle erfolgt erst ziemlich spät (Fig. 75), und die Membran erscheint nach ihrer schließlichen Selbstentfärbung kaum jemals so wasserhell, wie jene von *Apatococcus vulg.* Auch für Methylenblau ist die Alge gut empfänglich, weniger für Kongorot.

Pl. vulgaris lebt hier zu Lande nur in der Nähe des Erdbodens, meistens nur in kleineren Nestern unter *Desmococcus vulg.* und ähnlichen Algen. Größere, ziemlich reine Lager finden sich nur ausnahmsweise. Um solche aufzufinden, empfiehlt es sich in erster Linie die obersten, nahezu horizontal über der Erde verlaufenden Wurzelabschnitte alter Bäume abzusuchen. In deren Besiedelung teilt sich die Alge nämlich nicht selten mit Moosen, *Ulothrix flaccida* oder fadenförmiger *Prasiola crispa.* CHODAT's Angabe, daß letztere Alge immer in der Gesellschaft sei, hat sich keineswegs bestätigt. An stark beschatteten Baumstämmen und an etwas feuchtem verwitterten Holzwerke oder Gestein und Felsen kann *Pl. vulg.* auch um einige Dezimeter höher hinauf reichen.

Bezüglich der geograpischen Verbreitung weisen die unter diesen Namen veröffentlichen Abbildungen nur auf die Umgegenden von Turin und des Genfer Sees hin. Die zu *Prasiola furfuracea* gerechneten Formen fanden sich an der Meeresküste Norwegens (WILLE) und Spitzbergens (BORGE)[1]) Verf. dieses fand die Alge seltener auf

[1]) BORGE, O.: Die Süßwasseralgenflora Spitzbergens. Kristiania 1911, p. 28. Hier nimmt der Autor auch Bezug auf Nr. 448b der Algenexsikkaten von WITTROCK u. NORDSTEDT, welches gleichfalls nur *Pleurococcus*-ähnliche Stadien enthielt.

der bayrischen Hochebene bei München, häufiger in der Gegend von Starnberg und besonders in den bayrischen Voralpen, dem bayrischen Walde und Fichtelgebirge, sowie in eingesendetem Materiale aus der Umgebung von Bozen in Südtirol und Stockholm in Schweden. Die Alge ist also wohl montan-boreal.

Auf der natürlichen Unterlage in mäßig feuchter Luft kultiviert, erhält sich die Alge oft mehrere Monate hindurch ohne erhebliche Schädigung, während sie bei stärkerer Befeuchtung ebenso wie in Wasser nach einiger Zeit entartete und schließlich ganz in kleine, nur ca. 4,5 μ große Einzelzellen zerfiel. Weitere Entwicklung der vorhandenen Fadenansätze oder Neubildung solcher war in flüssigen Medien niemals zu beobachten [1]). Die reichlichsten und dünnsten Äste fanden sich in einer sehr alten, verkümmerten und schließlich vertrockneten Hauskultur.

IX. *Desmococcus.*

Desmococcus n. g. [2])

Cellulae chlorophyllaceae, muco non involutae, chlorophoro laminiformi parietali pyrenoide carente instructae; tum segregatae globosae vel subglobosae, tum bipartitione parietina in familias geminas, cruciatim quaternatas vel repetite quaternatas (Sarcinae modo constructas), interdum breviter filiformes coalitae.

Diese Gattung enthält nur die eine Art:

D. vulgaris (NAEG.) n. comb.

Pleurococcus vulgaris NAEG. [3]), *Protococcus viridis* C. A. AGARDH, 1924 ? ?, WILLE 1913 [4]). *Pleurococcus Naegelii* CHODAT ex. p. [5]).

[1]) Der in der äußeren Form einigermaßen an *Pleurococcus vulg.* erinnernde *Pseudopleurococcus* SNOW (Annals of Bot. Vol. 13 1899), welchen CHODAT (Bull. Herb. Boiss. 1899 p. 827) für identisch mit ersterer Alge hält, bildet nach SNOW nur in flüssigen Medien Äste und besitzt nach ausdrücklicher Angabe der Verf. parietale Chlorophore. Somit ist CHODAT's Annahme unbegründet. Das hat schon WILLE angedeutet (WILLE 1901: Studien über Chlorophyceen I—VII. „Meddeleser fra den biologiske Station ved Drøbak". in: Vedenkabs. Selskabets Skrifter. Math. Naturv. Kl. 1900 p. 34). Er zieht (ENGLER-PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien. Nachtr. zu Teil I, Abt. 2 p. 86) SNOW's Alge zu der noch ganz unsicheren Gattung *Pleurastrum* CHODAT.

[2]) Von δεσμός (lateinisch: sarcina), d. i. Bündel, wegen der Ähnlichkeit, welche die Familien mit kreuzweise verschnürten Paketen haben können. [Betr. dieser Gattung siehe das Nachwort der Herausgebers S. 353.]

[3]) NAEGELI 1847, l. c.

[4]) WILLE 1913, l. c. p. 37 (s. Kapitel VII S. 324 und Fußnote 2).

[5]) CHODAT (Algues vestes 1902 p. 274f. mit Fig. 195—197) verwirrt die Charakteristik von NAEGELI's *Pleurococcus vulgaris* in ähnlicher Weise, wie wir dies

Cellulis 4—8 (raro — 11) μ latis, saepius in familias Sarcinae modo constructas, raro breviter uniseriatas coalitis; chlorophoris parietalibus, typice singulis, dimidium cellulae tegentibus, saturate viridibus, homogeneis et membrana manifesta, sed nunquam evidenter incrassata; zoogonidiis et aplanosporis deficientibus.

Cellulae vivae pigmenti „Brillantblau" ope extrinsecus sensim violascentes et intus saepe granulis manifestis juxta chlorophorum irregulariter ordinatis notantur, sed acido acetico apposito decolorantur.

Hab.: Meso-usque polyatmophyticus, strata formans in locis non insolatis ad murorum, rupium, arborum et lignamentorum vetustorum inferiores partes vel inter alias algas dispersus, nec non, ut videtur, symbiotice in lichenibus quibusdam [1]).

Abbildungen bei NAEGELI [2]), GAY [3]) und in unserer Tafel Fig. 25 bis 39.

Diese Art ist von NAEGELI zwar unter einem unrichtigen Namen (*Pleurococcus vulg.* MENEGH), wie bei dieser Alge schon das näheren gezeigt wurde, aber so deutlich, wenn auch etwas schematisiert [4]), dargestellt, daß man sie in der Natur nicht verkennen kann. Über die verschiedenen Möglichkeiten der Familienbildung verbreitet sich der Autor sehr ausführlich und konstatiert insbesondere, daß immer aus einer Mutterzelle sich durch Wandteilung zwei Tochterzellen bilden, und daß die Teilungsrichtung in den drei Richtungen des Raumes abwechsle. Dieses ausnahmslose, allgemeine Gesetz realisiere sich aber in verschiedener Weise. „Entweder bilden alle Zellen einer Generation zu gleicher Zeit neue Zellen, oder die einen früher, die anderen später. Auch können sich die Zellen einer Generation

bei *Pl. vulgaris* MENEGHINI gesehen haben, indem er jener Alge *Trochiscia*-, *Microthamnion*- und *Hormotila*-Formen sowie auch Sporenbildung zuschreibt. Es ist deshalb seine Benennung nur teilweise als Synonymum anzuerkennen.

[1]) Aus einer Figur von STAHL (Beitr. zur Entw. d. Flechten. Leipzig 1877) scheint hervorzugehen, daß die als *Pleurococcus* bezeichneten Gonidien von *Thelidium minutulum* und *Endocarpon pusillum* unserer Art angehören.

[2]) NAEGELI 1847, l. c. und 1849, l. c., Taf. IV Fig. E_2.

[3]) GAY, F.: Recherches sur le developpement des Algues vertes 1891 tab. XIV fig. 137, (Fig. 136?).

[4]) KÜTZING (Grundzüge der philos. Botanik 1851) erklärt in literarischer Kampfesstimmung, NAEGELI's Figuren zeigten alle nur, wie die Algen sein würden, wenn sie nach der Theorie dieses Autors gebildet wären. Dem ist entgegen zu halten, daß wenigstens bei den niederen Algen eine mäßig und sachverständig schematisierte Darstellung lehrreicher sein dürfte als das Verfahren solcher Autoren, welche die ersten im Gesichtsfelde erscheinenden Objekte wahllos abbilden oder belanglose Zufälligkeiten darstellen, wie das KÜTZING oft tat.



alle in einer Richtung teilen, oder nicht alle in gleicher Richtung. Durch diese Verschiedenheit geschieht es, daß die Körner (d. i. Familien) in Zahl und Stellung ihrer Zellen sehr mannigfaltig sind und unregelmäßig scheinen."

Hierzu ist zu ergänzen, daß die Regelmäßigkeit des Familienbaues nicht nur durch die von NAEGELI angegebenen Ursachen gestört werden kann, sondern auch durch zufälliges Absterben einzelner Zellen, ganz besonders aber durch eine gelegentliche Einschränkung des Teilungsvorganges auf eine einzige Richtung. Nicht nur hierdurch können kurz fadenförmige Zellverbände entstehen, sondern bisweilen auch in einer Weise, welche an Sprossung erinnert, indem die Mutterzelle sich vor der Teilung einseitig konisch bis cylindrisch verdünnt (Fig. 34, 35).

Alle diese Fadenansätze erreichen aber niemals eine nennenswerte Länge, verzweigen sich auch nicht erheblich, sondern zerfallen ebenso bald, wie die anderen Familien. Sie entstehen auch nicht bei außergewöhnlich feuchtem Zustande der Alge, sondern finden sich mindestens ebenso häufig zu Zeiten der Trockenheit. Wir dürfen wohl annehmen, daß sich die normal allseitige Entwicklung der Familien unter dem Einflusse gewisser äußerer Einschränkungen — sei es in bezug auf Raum, Belichtung oder Befeuchtung — im Bereiche einzelner Zellen nur nach der jeweilig günstigen Richtung hin betätigt.

Andeutungen dieser Modifikation lassen sich an allen Beständen auffinden, wenn man mit der nötigen Ausdauer sucht. Sie charakterisieren sich aber immerhin als außergewöhnliche Gebilde, welche uns kaum berechtigen, *D. vulg.* als Fadenalge aufzufassen. Andererseits ist diese Abnormität doch nicht ganz bedeutungslos, weil sie bei anderen ähnlichen einzelligen Algen, so insbesondere bei *Apatococcus vulg.*, niemals vorkommt und somit eine charakteristische Eigentümlichkeit darstellt [1]).

Ferner ist unsere Art oft dadurch kenntlich, daß bei ihr einfache oder mehrfache Tetraden und größere Sarcina-ähnliche und niemals areolierte Familien vorwiegen, während Einzelzellen und Zwillinge in der Minderheit sind; in Regenperioden tritt jedoch auch hier oft rascher Zerfall der Familien ein.

Die Größe der Zellen stimmt innerhalb einer und derselben Familie nahezu überein und ist überhaupt nur mäßigen Schwankungen unterworfen. Ihr Durchmesser wechselt in der Regel zwischen

[1]) [auf Grund welcher Verf. diese Gattung von der folgenden trennt. Vergl. S. 353 Zusatz des Herausg.]



4 und 8 μ, und letzteres Maß wird nur ausnahmsweise etwas überschritten.

Die parietalen, derb schalenförmigen Chlorophoren sind in frisch geteilten Zellen nur in der Einzahl, kurz vor der Teilung aber zu zweien vorhanden und bedecken nur ausnahmsweise erheblich mehr als die Hälfte der Zellwand. In gut genährten Zellen sind sie von kräftig grüner Farbe und von homogener Beschaffenheit. Ein Pyrenoid ist auch durch Jodbehandlung nicht nachzuweisen. Die Membran ist von mittlerer Stärke, zeigt niemals eine erhebliche Verdickung und verschleimt auch niemals.

Die Vermehrung der Alge vollzieht sich ausschließlich durch Wandteilung und nachträglichen Zerfall der auf diese Weise entstandenen Familien. Von Zoosporen- oder Aplanosporenbildung fand sich niemals eine Spur.

Durch Brillantblau wird die Membran nebst den Scheidewänden bald violett angehaucht und später kräftiger gefärbt (Fig. 36, 37). Durch einen Tropfen Essigsäure verschwindet diese Färbung aber schnell soweit, daß die ganze Zelle graugrün erscheint. Diese Probe unterscheidet in zweifelhaften Fällen sicher von *Pseudendoclonium*-Zellen, weil sich deren Membran bei solcher Behandlung schließlich rot färbt, und genügt auch zur Unterscheidung von kleinen *Apatococcus*-Formen, deren lebende Membran Brillantblau überhaupt nicht annimmt. Unter günstigen Verhältnissen reagiert auch der Zellinhalt von *D. vulgaris* auf Brillantblau, indem im chlorophyllfreien Teil der Zelle einzelne mittelgroße blauviolette Körner erscheinen (Fig. 37). Für Kongorot und Eosin ist die Membran ebenfalls gut empfänglich, weniger für Methylenblau. Mit Jod-Jodkalium tritt allgemeine Gelbfärbung ein, die Chlorophoren treten gegen die Umgebung dunkler gelb hervor (Fig. 39).

D. vulgaris ist in unserem Gebiete sehr verbreitet, aber doch nicht in dem Maße, wie *Apatococcus vulgaris.* Er hält sich nämlich in der Regel nur an den unteren Abschnitten beschatteter vertikaler Flächen auf und geht nur an sehr schattigen Orten oder allgemein in feuchten Jahrgängen über ca. 1 m in die Höhe. In der Regel sind seine Lager auch weniger ausgebreitet als jene der folgenden Art.

In feuchter Luft läßt sich die Alge lange Zeit ohne allgemeine Schädigung kultivieren, geht aber bei anhaltender Trockenheit sowohl in der Kultur als im Freien allmählich zugrunde. In Wasserkulturen pflegen die Familien in Einzelzellen zu zerfallen, deren Inhalt mehrererlei Degenerationserscheinungen aufweist. Vorhandene Fadenansätze wachsen hierbei nicht weiter, auch entstehen keine

neuen. In kühl gehaltenen Wasserkulturen erhält sich *Desmococcus* durch etwa 2 Monate.

X. *Apatococcus.*

Apatococcus n. g.[1])

Cellulae chlorophyllaceae, muco non involutae, chlorophoris parietalibus, pyrenoide destitutis praeditae, tum singulae globosae vel subglobosae, tum bipartitione parietina in familias geminas, cruciatim quaternatas vel corporeas coalitae.

A. vulgaris n. sp.

Cellulis 5—17 μ (raro ad 20 μ) latis; chlorophoris typice singulis, leniter viridibus vel subflavescentibus, nunquam rubescentibus, subhomogeneis, fere totam cellulam tegentibus, incisura laterali typica carentibus; membrana tenui, nonnisi per exceptionem evidenter incrassata; multiplicatio familiarum dilapsu, propagatio zoogonidiorum ope peracta.

Cellulae vivae pigmenti „Brillantblau" ope extrinsecus non tinguntur, sed intus granulis delicatulis violaceis circa vacuolam centralem orbiculariter ordinatis notantur.

Hab.: Oligoatmophytice vivit persaepe in locis minus insolatis ad substrata sicca, imprimis ad cortices arborum nec non ligna, menta [2]) vetusta, ad muros, saxa et interdum ad ferramenta rubiginosa. Fig. 40—53.

f. minor.

Differt a forma principali cellulis magnitudinem 10 μ vix superantibus, chlorophoris saepius granulatis.

Hab.: in locis umbrosis. Fig. 42, 47.

Diese Alge ist der Hauptrepräsentant jener grünen Anflüge, welche an Baumstämmen in einiger Höhe über dem Erdboden gefunden werden und muß deshalb jedem Beobachter von Luftalgen schon in die Hand gekommen sein. Daß sie trotzdem bisher noch nicht als eigene Art erkannt worden ist, erklärt sich aus der morphologischen Mittelstellung, welche sie zwischen den Protopleurokokkoiden einnimmt. Ihre Familien sind deshalb höchstwahrscheinlich entweder auf *Pleurococcus vulgaris* MENEGH. oder auf *Pl. Naegelii* bezogen, ihre freien Einzelzellen aber für eine „*Protococcus*"- oder

[1]) Von ἀπάτη, Täuschung. — [Bezüglich dieser neuen Gattung s. das Nachwort des Herausgebers S. 353.]

[2]) [mentum, das Kinn; in der Bautechnik das Kinn des Kranzleistens oder Hauptgesimses, wo der Regen abläuft.] Anm. des Herausg.



Chlorococcum-Art gehalten worden. Solche Irrungen, auf welche der hier vorgeschlagene neue Gattungsname hinweist, waren in der Tat bei Beschränkung auf die früheren Untersuchungsweisen kaum zu vermeiden und lassen sich nur durch Schnellfärbung und Jodprobe sicher ausschließen.

Nicht nur in bezug auf allgemeine Verbreitung, sondern auch hinsichtlich des Umfanges und der Dicke, sowie der pulverigen Beschaffenheit ihrer Lager nimmt *A. vulgaris* die erste Stelle unter den protopleurokokkoiden Algen ein, kommt aber ebenso häufig in unmerklich dünnen Anflügen, sowie in Vermischung mit anderen Aërophyten vor.

Die vegetative Vermehrung vollzieht sich nach demselben Grundplane, wie jene von *Desmococcus vulgaris*, jedoch überwiegen in der Regel Einzelzellen und Zwillinge gegenüber den größeren Familien. Letztere erreichen auch kaum jemals jene große Anzahl von Gliedern, welche sich häufig in den *Desmococcus*-Familien finden und sind auch durchschnittlich weniger regelmäßig gebaut. Die primären Tochterzellen teilen sich sehr häufig nicht gleichzeitig und auch nicht regelmäßig nach den verschiedenen Richtungen abwechselnd, sondern mit einer gewissen Willkür und erzeugen so auch jene Differenzen in den Dimensionen der Familienglieder, welche wir schon an den *Pleurococcus*-Thallomen kennen gelernt haben. Der sehr oft zu beobachtende einfachste Fall dieser Art besteht darin, daß sich nur die eine Tochterzelle teilt, wodurch eine aus einer großen und zwei kleinen Zellen bestehende dreiteilige Familie entsteht (Fig. 43).

Zu den schon bei *Desmococcus* angeführten Ursachen der Unregelmäßigkeit kommt bei *A. vulgaris* noch die Zoosporenbildung. Diese vollzieht sich vorwiegend innerhalb der Familien und die Entleerung der Sporangien wirkt dann ähnlich, wie das Absterben eines Familiengliedes. Nebstdem wird die Familienbildung unserer Art bisweilen auch durch ein beigeselltes Pilzmycel behindert, indem dieses einzelne Zellen oder kleine Zellgruppen umspinnen kann [1]). Schließlich kommen aus unbekannten Gründen gelegentlich schiefe oder auch etwas gekrümmte Scheidewände vor. Es scheint nun höchst bemerkenswert, daß trotz der aus alledem sich ergebenden

[1]) Dieses Verhältnis erinnert zwar an Soredienbildung, führt aber niemals zur Entstehung eines Flechtenthallus. Die an solche Lager angrenzenden Blattflechten enthielten niemals *Apatococcus*, sondern immer nur *Chlorococcum sociabile* als Gonidien. Der Flechtenpilz erwies sich für Brillantblau weniger empfänglich als das Mycel, welches *A. vulgaris* begleitete.

morphologischen Ungebundenheit, die Entstehung auch der kürzesten fadenförmigen Familien, wie sie bei *Desmococcus vulg.* auftreten, bei *A. vulgaris* niemals beobachtet werden konnte[1]).

Die Zellen besitzen typisch nur ein einziges Chlorophor, welches in Gestalt eines nahezu vollständigen Kugelmantels und ohne regelmäßigen seitlichen Ausschnitt der Zellwand anliegt. Diesen Zustand bekommt man aber selten zu Gesicht, weil schon vor Ausbildung des ersten Septums die Chlorophoren der Tochterzellen sich zu teilen pflegen (Fig. 40), so daß man in einer einzigen Zelle 2—4 Chlorophyllplatten findet.

In der Mitte der Zelle erscheint die zentrale Vakuole als runde hellere Stelle, welche an ein großes Pyrenoid erinnert und jedenfalls auch schon für ein solches gehalten worden ist. Sie ist aber nicht scharf begrenzt und durch Plasmolysierung (Fig. 49), sowie durch die Jodprobe (Fig. 53) läßt sich ihre wahre Natur feststellen. Auf letzterem Wege tritt innerhalb dieser hellen Stelle ein helleres Korn zutage, welches nicht immer zu sehen ist und höchstwahrscheinlich den Zellkern darstellt.

Die Chlorophoren sind normalerweise von nahezu homogener oder zart und unregelmäßig marmorierter Beschaffenheit und von matt hellgrüner bis leicht gelblich grüner Farbe, neigen aber sehr zu den in Abschnitt V. S. 297 ff. allgemein angedeuteten, akzidentellen Modifikationen.

Die Membran ist immer dünn und verdickt sich nur auf absolut trockener Unterlage, nämlich auf Eisen, ganz ausnahmsweise an einzelnen Zellen und zwar entweder nur einseitig oder auch allseitig. An den Familien, welche sich aus Zellen von letzterer Beschaffenheit bilden, bleibt bisweilen die äußere Verdickungsschicht der ursprünglichen Mutterhaut eine Zeitlang erhalten (Fig. 43), wodurch die Familie einem *Pleurococcus*-Thallome ähnlich wird. Auch Ähnlichkeit mit *Cystococcus* kann entstehen, wenn Zoosporen innerhalb des Sporangiums keimen, was nicht selten vorkommt. Gallertige Verquellung oder Verschleimung der Membran wurde niemals beobachtet.

Zoosporangien finden sich nicht zu jeder Zeit und fehlen jedenfalls im Winter; sie waren auch in Kulturen niemals zu erzielen. Im Freien pflegen sie gegen Ende des Monats März zu erscheinen und dann bis in den Sommer hinein öfters aufzutreten. Die Zoosporen entstehen durch wandfreie Polygonalteilung des Zellinhaltes

[1]) [Darauf begründet BRAND die generische Trennung beider Arten. Vgl. S. 353] Anm. des Herausg.



in mäßiger Anzahl (meistens zu 8) (Fig. 45). Sie sind von abgeflacht ellipsoidischer Form (Fig. 46) mit größtem Durchmesser von 4—5 μ, von schwach grüner Farbe, ohne Stigma, zeigen eine taumelnd drehende Bewegung und keimen ohne Copulation. Ihren Austritt konnte ich nur an einer einzigen Probe beobachten, welche während eines Frühlingsregens vor Tagesanbruch eingesammelt und dann sofort untersucht worden war (Fig. 46). Da die wenigen Schwärmer, welche ins Gesichtsfeld kamen, bald wieder verloren gingen, war Anzahl und Beschaffenheit der Cilien nicht festzustellen.

Für Farbstoffe ist die lebende Membran im ganzen wenig empfänglich und wird durch Kongorot nur schwach, durch Methylenblau gar nicht gefärbt. Durch Brillantblau werden nur abgelebte Membranen und abnormale Verdickungsschichten etwas beeinflußt, während die normale Zellhaut diesem Farbstoffe sehr lange, und zwar bis zum Beginn der Giftwirkung, widersteht. Dagegen ruft Brillantblau im Zellinhalte eine höchst eigenartige Erscheinung hervor, indem rings um die helle Zentralvakuole ein zierlicher Kranz sehr feiner, rötlich violetter Körnchen erscheint (Fig. 48, 50, 51). Nach weiterem Zusatze von Farbe vergrößern sich die Körnchen um ein weniges und werden allmählich dunkelblau, während sich die ganze von ihnen umringte Zentrallstelle schwach violett färbt. Auch Neutralrot oder Bismarkbraun wirken bisweilen in analoger Weise.

Der „Zentralkranz“ [1]) ist nicht nur an erwachsenen, sondern auch an jungen Zellen bis zu 5 μ Durchmesser herab hervorzurufen. An kleineren erscheint er nicht mehr vollständig, sondern ist nur durch einige unregelmäßig perizentral gelagerte Körnchen angedeutet.

Nach allzulanger Einwirkung der Brillantblaulösung macht sich deren Giftwirkung in der Weise bemerklich, daß im Chlorophor unregelmäßige blauviolette Flecke auftreten und durch ihre Zunahme bald den ganzen Zellinhalt gleichmäßig durchfärben. Hierbei tingiert sich vorübergehend auch die Membran; diese hellt sich aber bald wieder spontan auf, so daß wir schließlich ein durchaus dunkel blauviolette Zelle, umhüllt von einer wasserhellen Membran, vor uns sehen (Fig. 52).

---

[1]) Ein hiermit vollständig übereinstimmendes Bild konnte bei keiner anderen einzelligen Luftalge erzielt werden. Bisweilen entstehen durch Brillantblau auch in anderen mit parietalen Chlorophoren ausgestatteten Arten annäherungsweise kreisförmig gelagerte Körner, welche jedoch einen Beobachter, der den Zentralkranz von *A. vulgaris* einmal gesehen hat, niemals täuschen werden. Dagegen kann eine letzterem ziemlich ähnliche Erscheinung auch an den Zellen der Fadenalge *Ulothrix crenulata* hervorgerufen werden.

Da sich die Brillantblau-Schnellfärbung von *A. vulg.* geradezu als der Schlüssel zum *Pleurococcus*-Probleme erwiesen hat, möge es gestattet sein, hier auf die im IV. Abschnitte schon im allgemeinen angedeuteten Hindernisse dieser Tinktion in spezieller Weise zurück zu kommen.

Nach längerer Wasserkultur ist der Zentralkranz nicht mehr zu erzielen, und auch Hauskultur in sehr feuchter Luft, sowie andauerndes Regenwetter im Freien wirken ungünstig, so daß dann nicht mehr alle Zellen reagieren. In solchen Fällen tritt die Erscheinung erst nach mehrfach wiederholtem Zusatze der Farblösung ein, und es kann unter Umständen ca. eine Stunde vergehen, bis periodische Nachfärbung einen Erfolg zeitigt. So lange sich noch keine Giftwirkung bemerkbar macht, darf man die Hoffnung auf Eintritt der typischen Reaktion nicht aufgeben. Eine solche ist übrigens an der forma minor unter allen Umständen schwerer und meistens nur bei einem Teile der Zellen zu erzielen.

Wassermangel ist weniger schädlich, so daß auch an erheblich trockenen Aufsammlungen noch einzelne Zentralkränze nachzuweisen sind. Dagegen sind Chemikalien, wie z. B. Formol oder Essigsäure definitiv hinderlich; in Glycerin schwindet der Körnerkranz ziemlich schnell, ebenso in reinem Wasser, ja sogar in allzu schwacher Brillantblaulösung. In den Sporangien tritt, sobald sie sich durch Beginn der Polygonalteilung als solche erkennen lassen, überhaupt kein Zentralkranz auf, sondern es erscheinen nur blaue Körnchen zwischen den Teilstücken eingestreut.

In ökologischer Beziehung ist bemerkenswert, daß bei *A. vulg.* der oligoatmophytische und zugleich autotrophe Charakter am entschiedensten ausgeprägt ist, indem sich seine verhältnismäßig reinsten und am besten entwickelten Bestände an senkrechten oder stark geneigten und nicht dauernd feuchten Flächen finden. Die Alge geht nicht nur an Baumrinde viele Meter in die Höhe, sondern wächst sogar gelegentlich an alten eisernen Geländern und Gittern und gedeiht noch an Stellen, welche der Morgen- oder Abendsonne ausgesetzt sind. Andererseits kann sie zeitweise überall bis auf den Erdboden herab auftreten, dauert aber jedenfalls an Stellen, an welchen das Regenwasser abzufließen pflegt und auf horizontalen Flächen, welche Wasser zurückhalten können, nicht länger aus.

Je mehr sich ihre Lager dem Erdboden oder einer anderen Quelle der Feuchtigkeit nähern, desto häufiger treten zuerst das mesoatmophytische *Chlorococcum sociabile* und weiterhin auch poly-

atmophytische Gesellschafter auf. Durch tiefe Beschattung wird sie ungünstig beeinflußt, wie ihre forma minor zeigt.

In mäßig feuchten Luftkulturen hält sich *A. vulg.* lange Zeit ohne wesentliche Veränderungen, geht aber in flüssigen Medien bald zugrunde.

[Nachwort des Herausgebers.

Bei Vergleich der Diagnose von *Desmococcus* (S. 344) mit jener von *Apatacoccus* (S. 348) kann ich meine Bedenken bezüglich der Berechtigung der generischen Trennung beider Arten nicht unterdrücken. Das Chlorophor von *Apatococcus vulgaris* ist viel größer und dicker, aber bei beiden ist es eine muldenförmige Platte ohne Pyrenoid; beide haben Wandteilung, die aber bei *Desmococcus* zu größeren Sarcinaartigen Verbänden, nicht selten auch durch Prävalieren der Teilung in einer Richtung zur Andeutung einer Fadenbildung führt; das sind aber nach meiner Meinung doch nur graduelle, nicht essentielle Differenzen, vorzügliche Species-, aber fragliche Genusunterschiede.

Den wichtigsten Anhaltspunkt zur generischen Trennung gäbe nach meiner Ansicht das Vorhandensein von Zoogonidien bei *Apatococcus*, deren Fehlen bei *Desmococcus*, — soweit bis nun bekannt! Das hat offenbar auch Brand gefühlt und hat wohl darum gerade diese Differenz in die Genusdiagnosen gar nicht aufgenommen! Vgl. S. 319 [1]).

(Sollten weitere auf der von Brand gelieferten Basis aufgebaute Studien — ev. unter Zuziehung anderer verwandter atmophytischer und hydrophiler Species — dazu führen, beide Gattungen zu vereinigen, so wäre dann der (um 4 Seiten früher) publizierte Name *Desmococcus* beizubehalten und, da beide Species zurzeit den gleichen Speciesnamen haben, wäre dann *Apatococcus vulgaris* zweckmäßig etwa *Desmococcus apatococcus* zu nennen.)

14. Juli 1925. Dr. Stockmayer.]

---

1) Vgl. auch die in dieser Hinsicht — soweit bekannt — verschiedenen beiden Species der Gattung *Chlorococcum*. S. 329 und 331.



Tafelerklärung.[1])

Tafel 11.

Vergrößerung 750 : 1. (1 mm der Figuren entspricht also 1,33 μ).

Chlorococcum murorum (Fig. 1—10).

Fig. 1 u. 2. Vegetative Zellen. (Fig. 2. Chlorophor ausnahmsweise seitlich verschoben.)

Fig. 3. Beginnende Zweiteilung.

Fig. 4. Zwei Tochterzellen.

Fig. 5—7. Aplanosporenbildung.

Fig. 8. Beginnende,

Fig. 9 vorgeschrittene Vitalfärbung mit Brillantkresylblau.

Fig. 10. Behandlung mit Jod-Jodkalilösung.

Chlorococcum sociabile (Fig. 11—23).

Fig. 11. Einzelne Zelle.

Fig. 12—15, 17, 18. Zellen in verschiedenen Teilungsstadien.

Fig. 16 a u. b. Auch nach Auflösung der Membran bleiben die Tochterzellen (Aplanosporen) zunächst in Zusammenhang.

Fig. 19. Wahrscheinlich eine hydropische Zelle.

Fig. 20. Vertrocknete Zelle.

Fig. 21. Vitalfärbung mit Brillantkresylblau bei mittlerer,

Fig. 22 dasselbe bei hoher Einstellung.

Fig. 23. Jod-Jodkaliumbehandlung.

(Fig. 24 fehlt.)

Desmococcus vulgaris (Fig. 25—39).

Fig. 25—35. Die verschiedenen Entwicklungsstadien.

Fig. 36—38. Vitalfärbung mit Brillantkresylblau. In Fig. 36 färbte sich nur die Membran, in Fig. 37 auch Granula im Zellinnern. Fig. 38 Durchfärbung.

Fig. 39. Behandlung mit Jod-Jodkalium.

Apatococcus vulgaris (Fig. 40—53).

Fig. 40. Einzelzelle, die Teilung des Chlorophors geht der Scheidewandbildung voraus.

Fig. 41—44, 47, 49. Verschiedene Stadien vegetativer Teilung.

Fig. 41. Wohl aus Zoosporen hervorgegangene vegetative Zellen.

Fig. 42. Wahrscheinlich Forma minor.

Fig. 43. Die äußere durch Vergrößerung der Familie geborstene Membran erhalten.

Fig. 45. Beginnende,

Fig. 46 vorgeschrittene Zoogonidienbildung.

Fig. 49. Plasmolysierte (oder vertrocknete?) Zelle.

Fig. 50 u. 51. Lebendfärbung mit Brillantkresylblau.

Fig. 52. Durchfärbung.

---

[1]) Auf Grund des Textes und einiger Notizen des Verf. zusammengestellt vom Herausgeber.



Fig. 53. Behandlung mit Jod-Jodkali. Innerhalb der hellen Mitte, die der Zentralvakuole entspricht, tritt ein Korn hervor (wohl Zellkern?).

Pleurococcus vulgaris Menegh. (Fig. 54—77).

Fig. 54. Einzelne vegetative Zelle mit besonders deutlichem Chlorophor.

Fig. 55. Sehr kleine, wahrscheinlich aus Aplanosporen hervorgegangene Einzelzellen resp. Zwilling.

Fig. 56—62, 64, 69. Durch Wandteilung sich vergrößernde coccoide Form.

Fig. 65 u. 67. Größere körperliche Thallome.

Fig. 63 u. 71. Kleinere körperliche Thallome, beide der forma pulveracea sehr nahestehend.

Fig. 70. Aus einer Tetrade (wie Fig. 69) hervorgegangen, einschichtiges kleines Thallom.

Fig. 59. Besonders charakteristische Form mit rechtwinkliger Abknickung des fadenförmigen Fortsatzes. Dessen Ende schnürt sich ab.

Fig. 62. Fadenförmiger, kegelförmig verjüngter, sich abschnürender Fortsatz.

Fig. 66. Sproßähnlicher Fortsatz, kegelförmig verjüngt, am Grunde breit, 2-zellreihig, sehr charakteristisch.

Fig. 67. Ähnliche aber kürzere, sehr charakteristische, kegelförmige Fortsätze, aus 1—3 Zellen bestehend.

Fig. 68. Junges Aplanosporangium.

Fig. 72. Kleines rundes Thallom aus einer der Fig. 71 ähnlichen Form aber mit etwas größeren Zellen hervorgegangen; die Zellen haben sich abgerundet und werden durch Sprengung der (in diesem Falle recht dicken) Zellmembran frei.

Fig. 73. Vitalfärbung mit Brillantkresylblau, schwächer.

Fig. 74. Dasselbe, stärker.

Fig. 75. Dasselbe, Durchfärbung.

Fig. 76. Behandlung mit Chlor-Zink-Jod? Außenschichte bleibt ungefärbt.

Fig. 77. Behandlung mit Jod-Jodkalium.

Kleinere Mitteilungen.

Zur Kenntnis der Gattung *Pyramidomonas*.

Von
Lothar Geitler (Wien).

(Hierzu 8 Textfiguren und Tafel 12.)

Pyramidomonas ist eine chlorophyllgrüne Flagellate mit Stärkeassimilation. Sie führt am Vorderende normalerweise vier Geißeln, besitzt zwei kontraktile Vakuolen und einen Chromatophor mit Pyrenoid. Die Vermehrung erfolgt durch Längsteilung; Sexualvorgänge fehlen. Gelegentlich kommt Bildung von Cysten vor.

Die Form läßt sich demnach am leichtesten als primitive Volvocale auffassen und zusammen mit *Polyblepharis, Dunaliella* u. a. als Polyblepharidacee an den Anfang der Volvocalenreihe stellen. Durch ihre charakteristische pyramidenförmige Gestalt ist sie deutlich von den anderen Gattungen dieser Gruppe verschieden.

Die am längsten bekannte Art ist *Pyramidomonas tetrarhynchus* Schmarda, von der schon Stein eine Abbildung gibt. Gegenwärtig sind vier Arten bekannt, nämlich außer *Pyramidomonas tetrarhynchus* nach *P. delicatula* Griffiths, *P. inconstans* Hodgetts und *P. montana* n. sp. Dabei ist es fraglich, ob es sich nicht vielleicht nur um Standortsformen von *Pyramidomonas tetrarhynchus* handelt.

Die Arten unterscheiden sich außer durch ihre Größe hauptsächlich durch die Gestalt des Chromatophors. Bei *Pyramidomonas tetrarhynchus* besteht der Chromatophor aus einem massiven Mittelstück, von dem

nach vorn und hinten Lappen ausstrahlen, die sich der Körperwand anlegen. Nach vorne gehen vier Lappen, die den vier Flächen der Körperpyramide entsprechen; jeder Lappen ist wieder in zwei Teile geteilt, so daß im ganzen acht bandartige Chromatophorenteile nach vorne verlaufen. Bei *Pyramidomonas delicatula* sind vier Lappen entwickelt, die nur an den äußersten Enden leicht eingekerbt sind. *Pyramidomonas inconstans* besitzt einen einfachen, nicht gelappten muldenförmigen Chromatophor. Das Mittelstück fehlt daher, das Pyrenoid liegt in der Mulde. Der Chromatophor von *Pyramidomonas montana* besitzt jedenfalls ein Mittelstück; ob aber Lappen entwickelt sind, ließ sich nicht feststellen.

Pyramidomonas delicatulus besitzt kein Stigma. Bei *Pyramidomonas tetrarhynchus* liegt das Stigma ganz hinten, bei *Pyramidomonas inconstans* ganz vorn. *Pyramidomonas montana* verhält sich ungefähr intermediär.

Die Kenntnisse der Gattung stützen sich auf folgende Arbeiten:

Dangeard, P. A.: Mémoire sur les Algues. Le Botaniste 1889.

Dill, D. E.: Die Gattung Chlamydomonas und ihre nächsten Verwandten. Jahrb. f. wiss. Bot. 1895.

Griffiths B. M.: On two new members of the Volvocaceae. New Phytologist, 1909.

Hodgetts W. J.: Notes on freshwater Algae I—IV. I. A new species of Pyramimonas. New. Phytologist 1920.

Alle Beobachter stellten eine ziemliche weitgehende Metabolie der Zelle fest. Die Zelle ist zweifellos nackt. Bei der Teilung beginnt die Einschnürung am Hinterende. — Die folgenden Zeilen enthalten einige Ergänzungen und Berichtigungen.

Pyramidomonas montana n. sp.

Der Fundort dieser Form ist ein kleiner Almtümpel in ungefähr 1500 m Höhe bei Lunz (Nied.-Österr.)[1]. Der Durchmesser des annährend kreisrunden Tümpels beträgt 3—4 m, die Tiefe kaum $^1/_2$ m. Wie für alle Almtümpel ist auch für diesen der durch das Almvieh hervorgerufene Reichtum an organischen Substanzen, große Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht und die zeitweise Austrocknung bzw. die vorübergehende starke Zunahme der Konzentration der Nährstoffe charakteristisch. Die Mikroflora dieser Tümpel bietet ein kaleidoskopartig wechselndes Bild; bald tritt die eine Art, bald die

[1]) Der Tümpel befindet sich auf dem Hetzkogelplateau und zwar links vom sog. Reitsteig knapp bevor man zur Pauschenalm gelangt.



andere auf, meist jede in großen Massen und andere fast ganz ausschließend [1]).

Im Juli des Jahres 1923 zeigte der uns hier interessierende Tümpel eine grüne Vegetationsfärbung von großer Intensität; das Wasser war, auch in dünnen Schichten (z. B. in der hohlen Hand) deutlich gefärbt. Diese Vegetationsfärbung wurde durch die reichliche Entwicklung von *Pyramidomonas* hervorgerufen. Daneben war noch ziemlich reichlich eine *Pteromonas*-Art und etwas spärlicher *Trachelomonas hispida* entwickelt. Nur vereinzelt fanden sich Cryptomonaden und farblose Flagellaten.

Die Vorgeschichte dieser Wasserblüte ist nicht bekannt. Nach ihrer Auffindung war nur mehr ein Abklingen festzustellen. Nach 1 Woche war die Färbung des Wassers stark zurückgegangen,

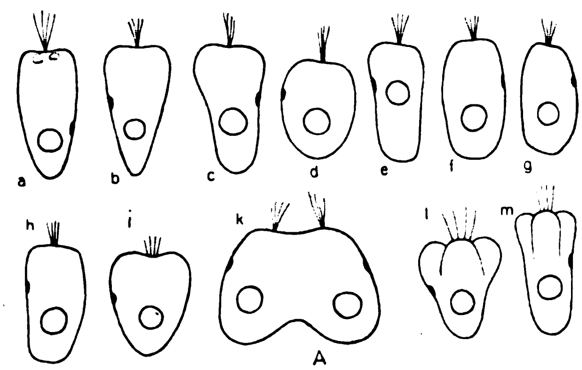


Fig. A. *Pyramidomonas montana.* Verschiedene Zellformen des frisch gesammelten Materials. k Teilungsstadium. — Schematisch, Geißeln nicht ausgezeichnet. Ungef. Vergr. 800 : 1.

3 Wochen später konnte auch durch Zentrifugieren kein einziges Exemplar von *Pyramidomonas* mehr nachgewiesen werden.

Die mikroskopische Untersuchung des frisch gesammelten Materials ergab das auf Fig. A [2]) u. Fig. 1 [2]) wiedergegebene Bild. Allen Individuen war die sehr blasse, etwas gelbliche Färbung (Fig. 1) gemeinsam. Die Zellen waren scheinbar ganz gleichmäßig gefärbt. An der Peripherie der Zelle, also im Chromatophor, lagen dicht gedrängt Stärkekörner [3]), die im Verein mit der blaßen Färbung die

---

[1]) Zu den häufigsten Formen der Lunzer Almtümpel gehören *Euglena sanguinea*, *Trachelomonas*-Arten (*hispida, volvocina*) und Cryptomonaden.

[2]) Die Buchstaben beziehen sich auf die Textfigg., die Ziffern auf die Figg. der Tafel.

[3]) Die Stärke wurde in den Figg. nicht eingezeichnet.

Gestalt des Chromatophors vollkommen unkenntlich machten [1] [2]. Alle Individuen besaßen ferner 4 Geißeln, ein Pyrenoid und einen Augenfleck.

Die Geißeln waren etwas länger als der Körper und an einem gemeinsamen Basalkorn inseriert (Fig. 3). Die Angabe früherer Autoren, daß die Geißeln an voneinander entfernten Stellen entspringen, ist irrtümlich. Der Irrtum erklärt sich daraus, daß bei typisch entwickelten *Pyramidomonas*-Individuen sich am Vorderende eine schlundartige Einsackung befindet, an deren Basis die Geißeln entspringen (Fig. 10—11). Bei nicht zentraler Einstellung im Mikroskop erscheint der Rand des Schlundes und scheinbar an ihm inseriert die vier Geißeln. Für *P. montana* ist es charakteristisch, daß der Schlund meist fehlt, bzw. nur als flache Mulde angedeutet ist. Man sieht daher an den lebenden Individuen leicht, daß die Geißeln eine gemeinsame Ursprungsstelle haben (A a—c, e, k). Je nach der Tiefe des Schlundes scheinen aber die Geißeln manchmal auch voneinander entfernt zu entspringen (A d, f—i, l, m).

Das Pyrenoid lag meistens im hinteren Ende des Körpers, aber nicht so weit hinten, wie dies Dill bei *P. tetrarhynchus* beobachtete (vgl. auch das weiter unten über diese Form Mitgeteilte). Sehr selten war es stark nach vorn gerückt (Fig. A e). Es war im Leben wie nach Färbung bei vielen Individuen einheitlich, bei anderen zeigte es einen abweichenden Bau, auf den später eingegangen werden soll. In allen Fällen war es von einer nicht sehr großen Zahl von Stärkekörnchen umgeben (Fig. G h, Fig. 1 u. 3). Seine Gestalt war annähernd kugelig oder querellipsoidisch.

Der Augenfleck war spindelförmig, seine Längsachse ungefähr parallel zur Längsachse des Individuums orientiert. Die Lage wechselte stark: bald befand er sich in der vorderen, bald in der hinteren Hälfte des Körpers. Doch war er im allgemeinen nach vorn verschoben und vom Pyrenoid unabhängig.

Die Gestalt der Zelle war dadurch charakterisiert, daß an Stelle der für *Pyramidomonas* typischen Pyramidenform einfach konische Formen traten. Im einzelnen herrschte große Mannigfaltigkeit. Am häufigsten waren die auf Fig. A a, b u. Fig. 1, etwas seltener die auf Fig. A c—i abgebildeten Gestalten. Nur sehr spärlich waren

---

[1]) Eine ähnliche Form hatte wohl Dangeard in Händen. Er spricht von einem „einheitlichen" Chromatophor.

[2]) Das Optimum der Entwicklung war offenbar vorbei. Die Individuen litten sichtlich unter Nährstoffmangel und zeigten das in solchen Fällen gewöhnliche Aussehen (reduzierter, blasser Chromatophor mit reichlicher Stärke).



annähernd typisch gestaltete pyramidenförmige Individuen mit den charakteristischen vier nach hinten allmählich verlaufenden Längsleisten vorhanden (Fig. A l, m).

Alle Individuen zeigten deutliche, aber träge Metabolie. Das Fehlen einer Membran ließ sich mit Sicherheit feststellen. — Die Länge der Individuen betrug 17—22,5 μ.

Der Kern war meist bereits im Leben gut sichtbar. Er liegt im Vorderende, ist relativ groß und zeigt birnförmige, nicht — wie bisher angegeben wurde — kugelige Gestalt (Fig. 1, 3, 8). Sein zugespitztes Ende reicht bis zur Geißelbasis [1]); das Basalkorn sitzt ihm unmittelbar auf. Er besitzt feinwabigen Bau (Fig. 3) und führt einen mehr oder weniger großen Binnenkörper. Außerdem ist oft ein kleines, stark färbbares Körnchen wahrzunehmen (Fig. 4, 6, 8, 9), das meist in der Nähe des Binnenkörpers liegt [2]). Die Kernteilung konnte nicht lückenlos verfolgt werden. Nach den Teilungsstadien, die gesehen wurden, scheint eine ziemlich weitgehende Übereinstimmung mit anderen Volvocalen zu bestehen. Fig. G d zeigt eine Rekonstruktion der Tochterkerne.

Die Zellteilung wurde von DILL richtig geschildert. Die Einschnürung schreitet vom Hinterende vor (Fig. A k). Je zwei Geißeln und Vakuolen werden ergänzt, das Pyrenoid teilt sich.

Eigentümliche Resultate zeitigten Kulturen. Sie wurden in BENECKE-Nährlösung ohne oder mit Zusatz von organischen Stoffen (Pepton, Zuckerarten, Liebig's Fleischextrakt) angelegt und in ERLENMEYER-Kolben und als Agarplatten [3]) verwendet. In keinem Fall war normales Wachstum zu erzielen. Die Individuen blieben in den anorganischen Kulturen 14 Tage lebend, in den übrigen trat noch früher ein allgemeines Absterben ein.

Nur wenige Individuen behielten in den Kulturen ihre ursprüngliche Gestalt bei; fast alle zeigten weitgehende Veränderungen. Sie waren besonders deutlich auf den Agarplattenkulturen, weshalb auf diese näher eingegangen sei.

Fig. B zeigt drei Individuen aus einer 12 Stunden alten Kultur mit reiner BENECKE-Lösung. Das in zwei um 90° gedrehten Ansichten

[1]) Es ist also **nicht**, wie etwa bei den Myxomycetenschwärmern, eine Plasmakappe vorhanden, sondern die Geißeln sind direkt am Kern inseriert, wie dies von *Mastigamoeba* u. a. bekannt ist.

[2]) Die Natur dieses Körpers ist problematisch. Wahrscheinlich ist es mit dem sog. Randkörper bei *Volvox* identisch (vgl. ZIMMERMANN, W., Zur Entwicklungsgeschichte und Cytologie von *Volvox*. Jahrb. f. wiss. Bot. 1921).

[3]) Der Agar wurde 0,4 %ig genommen, war also ziemlich flüssig.



gezeichnete Individuum a zeigt die starke Abplattung, die fast alle Zellen schon nach dieser relativ kurzen Versuchsdauer erfuhren. Die Individuen lagen mit der Breitseite der Oberfläche des Agars auf. Die Gestalt ist als Zwangsform zwischen der Tendenz auseinanderzufließen und der autochthonen Gestalt des Individuums verständlich. Das von der Breitseite gezeichnete Individuen b zeigt im Gegensatz zu a einen ziemlich regelmäßigen Umriß. Es besaß acht Geißeln. Ein kaum abgeflachtes Individuum ist in c dargestellt. Das Vorderende besaß zwei Höcker, zwischen denen eine Erhebung vorhanden war, auf der die Geißeln saßen. Die Vierstrahligkeit ist hier verloren gegangen, die vier Längsleisten sind gleichsam in die Ebene projiziert. Alle Individuen schwammen in Wasser übertragen lebhaft umher.

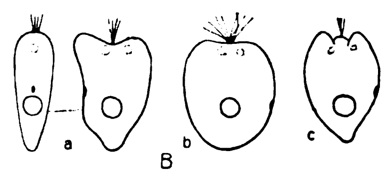


Fig. B. *Pyramidomonas montana.* Drei Zellen aus einer 12 Stunden alten Agarkultur. — Schematisch; Geißeln nicht ausgezeichnet. Ungefähre Vergr. 800:1.

Nach 24 Stunden bot die Kultur das in Figur C dargestellte Bild. Charakteristisch sind unvollkommene Zellteilungen. Die meisten Individuen besaßen zwei Kerne, zwei Pyrenoide, zwei Augenflecke und zwei Geißelbüscheln, waren aber nicht (b, c, e, g, h) oder nur unvollkommen (d, f) durchschnürt. Das Abnorme des Vorgangs wird besonders aus Fig. f deutlich, wo die Einschnürung statt am Hinterende am Vorderende begonnen hat. Alle Zellen waren deutlich abgeflacht. Die Lagerung der Kerne war entweder die ursprüngliche, wie sie die beiden

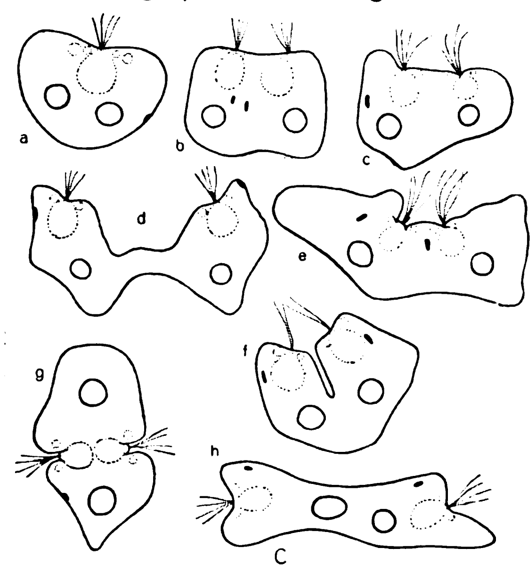


Fig. C. *Pyramidomonas montana.* Verschiedene Zellformen aus einer 24 Stunden alten Agarkultur: erste Stadien der Pseudoplasmogamie, Zellen (außer a) zweikernig. — Schematisch; Geißeln nicht ausgezeichnet. Ungef. Vergr. 800:1.

Tochterkerne nach einer normalen Teilung einnehmen, oder es bildete sich eine Gleichgewichtslage aus, so daß die Kerne an zwei einander gegenüber liegenden Enden der Zelle zu liegen kamen (g, h). — Alle Individuen waren lebend, wie das Spiel der kontraktilen Vakuolen und das Schwärmen bei Übertragung in Wasser zeigte. Die Bewegung war freilich den monströsen Körperformen entsprechend unbeholfen.

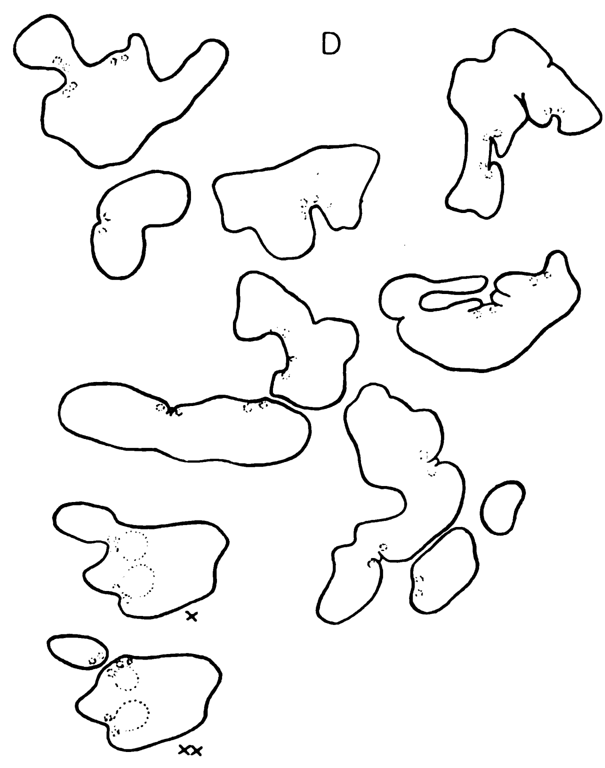


Fig. D. *Pyramidomonas montana.* Blick auf die Oberfläche einer 10 Tage alten Agarkultur. Pseudoplasmogamie. Schematisch; Geißeln nicht eingezeichnet. Ungef. Vergr. 570 : 1.

Ein Stück der Oberfläche einer 10 Tage alten Agarkultur zeigt Fig. D. Die Zellformen sind ganz abnorm geworden. Einige Monstra aus dieser Kultur sind in Fig. E herausgezeichnet. Diese Individuen waren vierkernig und besaßen 16 (a), 12 (b) oder 14 (c) Geißeln. In Wasser übertragen schwammen sie schwerfällig und taumelnd umher. Einen besonders eigentümlichen Anblick bot das Individuum b, bei welchem ein armartiger Fortsatz (Pfeil!), der nur durch eine schmale

Verbindungsstelle mit dem übrigen Körper zusammen hing, selbständige zitternde Bewegungen ausführte. Die meisten Individuen zeigten an der Insertionsstelle der Geißeln Höcker, die als Reminiszenz an die vier Leisten der normalen Individuen aufzufassen sind.

Alle diese Individuen waren **nicht** leicht amöboid beweglich, wie es bei Betrachtung der Figg. der Fall zu sein scheint. Sie besaßen nur eine sehr träge Metabolie: erst nach stundenlangen Beobachtungen markierter Individuen konnten deutliche Gestaltsveränderungen festgestellt werden. Bei Übertragung in Wasser wurden die Körperformen starr festgehalten.

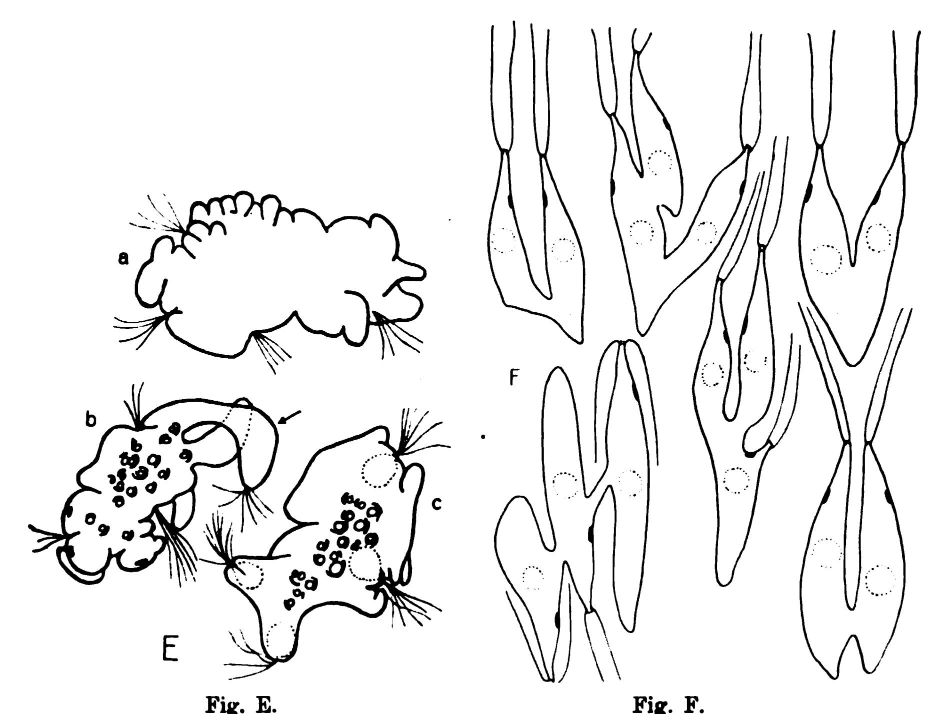


Fig. E. Fig. F.

Fig. E. *Pyramidomonas montana.* Drei monströse Individuen aus einer 10 Tage alten Agarkultur. Geißeln nicht ausgezeichnet. Ungef. Vergr. 570 : 1.

Fig. F. Pseudoplasmogamie bei *Chlorogonium euchlorum.* Schematisch. Ungef. Vergr. 800 : 1.

Gelegentlich konnte Abschnürung kernloser Plasmastücke beobachtet werden. Ein solcher Fall ist in Fig. D links unten dargestellt. Das mit einem Stern bezeichnete zweikernige Individuum hatte nach drei Stunden seinen linken Fortsatz abgeschnürt (Doppelstern!). Eigentümlicherweise bildeten sich in diesem zwei neue

kontraktile Vakuolen. Nach weiteren drei Stunden war das kernlose Stück in Zersetzung begriffen.

Die Veränderungen, die die Individuen auf den Agarplatten erlitten, gleichen im Prinzip vollkommen den Erscheinungen, die BĚLAŘ [1]) an *Actinophrys sol* beobachtet hat. Es handelte sich um Kernteilungen ohne Zellteilung, so daß vielkernige Individuen entstanden. BĚLAŘ spricht von einer besonderen Art von Plasmogamie. Von der echten Plasmogamie unterscheidet sich der Vorgang dadurch, daß die Vielkernigkeit nicht durch Vereinigung von Individuen entsteht. Nur der Endeffekt ist in beiden Fällen der gleiche. Es empfiehlt sich daher die Einführung eines eigenen Terminus und von Pseudoplasmogamie zu sprechen.

Wie BĚLAŘ für *Actinophrys sol* festgestellt hat und wie es sich bei *Pyramidomonas* bestätigt, stellt die Pseudoplasmogamie einen pathologischen Vorgang dar, der notwendig mit dem Tod der Individuen endigt [2]) [3]).

Nicht ohne Interesse ist das Verhalten der Pyrenoide. Sie waren nicht bei allen Individuen einheitlich (Fig. 1, 3). In vielen frisch gesammelten und in allen kultivierten Individuen trat eine Auflockerung in einzelne Körnchen auf. Jedem solchen Pyrenoidteil entsprach eine einzige Stärkeschale. Das Anfangsstadium der Auflockerung ist in Fig. Gf dargestellt. Man sieht hier im Zentrum einen kleinen Hohlraum auftreten, von dem, kaum sichtbar, feine Risse ausstrahlen. In Fig. Ge ist ein anderes Pyrenoid dargestellt, dem der zentrale Hohlraum fehlt; die einzelnen Teile sind schon weiter voneinander abgerückt, ihre Grenzen deutlich erkennbar. Fig. Gi stellt ein ähnliches Pyrenoid dar, dessen Aufbau durch leichtes Drücken auf das Deckglas deutlicher gemacht wurde; die Stärke ist durch Jodjodkalium gefärbt. Fig. Gg zeigt ein Pyrenoid mit deutlichen Hohlraum nach einem gefärbten Präparat.

[1]) BĚLAŘ, K., Untersuchungen an *Actinophrys sol* EHRBG. I. Die Morphologie des Formenwechsels. Dieses Archiv, 1922.

[2]) Eine ähnliche Pseudoplasmogamie konnte einmal auf einer Agarkultur von *Chlorogonium euchlorum* beobachtet werden. Die dabei auftretenden zwei- und dreikernigen Individuen sind auf Fig. F dargestellt. Der Vorgang ist bei *Chlorogonium* noch viel merkwürdiger als bei *Pyramidomonas* und *Actinophrys*, da sich *Chlorogonium* nicht durch einfache Zweiteilung sondern durch endogene Vierteilung vermehrt.

[3]) Von den Vorgängen (Plasmodiumbildung), die PASCHER (Über amöboide Gameten, Amöbozygoten und diploide Plasmodien bei einer Chlamydomonadine, Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1918) von *Chlamydomonas* beschreibt, ist die Pseudoplasmogamie ganz verschieden. Bei *Chlamydamonas* handelt es sich um echte Plasmogamie.



In älteren Kulturen war die Auflockerung weiter vorgeschritten. Die Pyrenoidkörner waren auseinander gerückt und hatten ihre polygonale Gestalt mehr oder weniger verloren (Fig. 4—7), zeigten aber in der Gruppierung um ein gemeinsames Zentrum noch einen gewissen Zusammenhang. Dieser war auch bei der Teilung erkennbar, wo sich zwei Gruppen bildeten (Fig. 9, G c, d). Oft waren die Körner sehr verschieden groß (Fig. 7, G b). — In den monströsen Individuen der alten Kulturen trat dann eine vollständige Isolierung der Pyrenoidkörner ein. Jedem Korn saß noch immer seitlich die ursprüngliche Stärkeschale auf (Fig. E b, c).

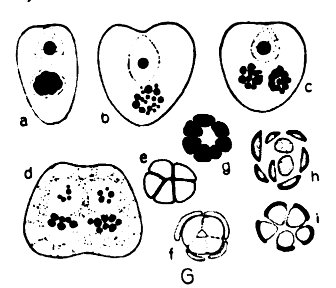


Fig. G. *Pyramidomonas montana.* Verschiedene Stadien der Auflockerung der Pyrenoide; e, f lebend; i, h mit Jodjodkalium behandelt, die übrigen mit Heidenhain's Hämatoxylin gefärbt. In e ist das Pyrenoid ohne Stärkeschalen, in h die Stärkeschalen allein gezeichnet. a—d ganze Individuen, e—i Detailbilder der Pyrenoide.

Die vollständige Isolierung der Pyrenoidkörner ist als eine mit der Pseudoplasmogamie im Zusammenhang stehende Degenerationserscheinung aufzufassen. Aus Körnchen aufgebaute Pyrenoide sind aber unter den Algen keine Seltenheit. Sie wurden bei *Closterium*, *Volvox*, *Chlamydomonas* u. a. beobachtet. Am auffallendsten ist die Erscheinung wohl bei dem Lebermoos *Anthoceros*.

Diagnose.

Körper pyramidenförmig mit vier Längsleisten oder ohne Längsleisten, kugelig, birnförmig oder fast abgestutzt-ellipsoidisch, vorne breit ausgerandet, nur selten mit einem deutlichen Schlund, 17—22,5 μ lang. Geißeln etwas länger als der Körper, meist 4, ausnahmsweise 6 oder 8. Chromatophor mit Mittelstück, in dem ein Pyrenoid liegt, sonst unbekannt, wahrscheinlich nicht in acht Lappen zerteilt, sondern einheitlich. Pyrenoid im hinteren Drittel des Körpers. Augenfleck meist im vorderen Körperdrittel, seltener in der Mitte. — In einem Almtümpel bei Lunz (Nied.-Österr.).

Pyramidomonas tetrarhynchus Schmarda.

Der Fundort dieser Form ist ein größerer Teich im Wiener Prater (sog. „schwarze Lacke“). *Pyramidomonas tetrarhynchus* trat im Oktober 1923 auf, als das Wasser Temperaturen um 0° herum

zeigte[1]). Während der Beobachtungen in den folgenden Wochen bildete sich einige Male eine dünne Eisdecke, die aber immer bald wieder schmolz. Die Individuenzahl war gering, von einer Vegetationsfärbung konnte keine Rede sein. Am reichlichsten konnte Material durch Ausdrücken der massenhaft am Ufer angetriebenen *Spirogyra-* und *Mougeotia*-Watten gewonnen werden.

Die Zahl der Individuen blieb bis in den November ungefähr gleich. Ende November ging die Zahl zurück. Anfang Dezember war, obwohl der Teich eisfrei war, kein einziges Individuum mehr nachweisbar. Seither wurde der Teich ständig beobachtet ohne daß die Form wieder aufgetreten wäre.

Für Kulturen wurde BENECKE-Nährlösung und Agarplatten mit der gleichen Nährlösung verwendet. Bei Zimmertemperatur gingen nach wenigen Stunden die Zellen zugrunde[2]). Auf einem kühlen Gang aufgestellte Kulturen zeigten schwaches Wachstum. Die meisten Individuen blieben über 4 Wochen lebensfrisch, ohne irgendwelche Veränderungen zu zeigen. Einige encystierten sich; die Cystenwand war jedoch nicht bestachelt, wie dies DILL beobachtete. Offenbar handelte es sich um eine Hemmungserscheinung. Sonst brachten die Kulturen nichts wesentlich Neues, so daß auf sie nicht weiter eingegangen zu werden braucht[3]).

Die Länge der Individuen schwankte zwischen 20 und 26 μ. Sie waren also etwas kürzer als die von DILL, länger als die von DANGEARD beobachteten Individuen. Von ihrem Aussehen können die Fig. 2, 10—21 und Fig. H eine Vorstellung geben. Wie man sieht, zeigen sie nicht durchwegs das für *Pyramidomonas tetrarhynchus* typische Aussehen. Es handelt sich eben um eine stark plastische Form, die durch Außenbedingungen leicht beeinflußbar ist. Am häufigsten waren die in Fig. 2, 10, 14, 15, 17—19 dargestellten Zellformen; seltener fanden sich abnorm kurze (Fig. 13, 19, 20) oder sehr lange, schmale (Fig. 11) Individuen. Die Metabolie war nicht sehr lebhaft. Die vier längsverlaufenden Leisten waren in der Profilansicht nicht immer sehr deutlich, im Querschnitt (Fig. H f, g) aber immer gut zu erkennen. Meist endigten sie ungefähr in der

[1]) Auch GRIFFITHS fand *Pyramidomonas delicatula* bei tiefen Temperaturen 1,3—8,5° C).

[2]) Es ist eine häufige Erscheinung, daß sich Formen an tiefe Temperaturen akklimatisieren können und dann eine plötzliche Übertragung in sonst optimale Temperaturen nicht vertragen.

[3]) Irgendeine Andeutung einer Pseudoplasmogamie war nicht zu bemerken Nur zeigten manche Individuen eine leichte Abflachung (Fig. H a, d).



Mitte des Körpers, selten verliefen sie bis fast an das Hinterende (Fig. 15).

Sehr deutlich erkennbar war der intensiv grün gefärbte Chromatophor. Er zeigte den typischen Bau, besaß also ein nahe dem Hinterende gelagertes Mittelstück, in dem das einheitliche, nie aus Körnern zusammengesetzte Pyrenoid lag, und vier parietale Lappen, deren jeder wieder in zwei längsverlaufende Bänder geteilt war (Fig. 2, 16; Hf, g). Der Augenfleck lag in unmittelbarer Nähe des Pyrenoids, also im Hinterende, selten stark nach hinten (Fig. Ha) oder noch seltener nach vorne (Fig. Hd) verschoben. Die Geißelzahl betrug vier, selten sechs oder acht. Im Vorderende lagen zwei kontraktile Vakuolen. Deutlich entwickelt war fast immer eine enge schlundartige Einsenkung am Vorderende, an deren Basis die Geißeln inseriert waren. Nur ausnahmsweise war das Vorderende flach ausgerandet (Fig. 19, 20). Die Geißeln saßen in manchen Fällen einem direkt mit dem Kern in Verbindung stehenden Basalkorn auf (Fig. 19, 21), in vielen Fällen konnte ein Basalkorn nicht ausdifferenziert werden. Dies war dann der Fall, wenn der Kern mit seiner Spitze nicht zur Geißelbasis reichte, sondern die Spitze seitlich am Schlund vorbei nach vorne streckte (Fig. 15, 17, 18), oder wenn er überhaupt keine Spitze besaß und abgekugelt war (Fig. 14).

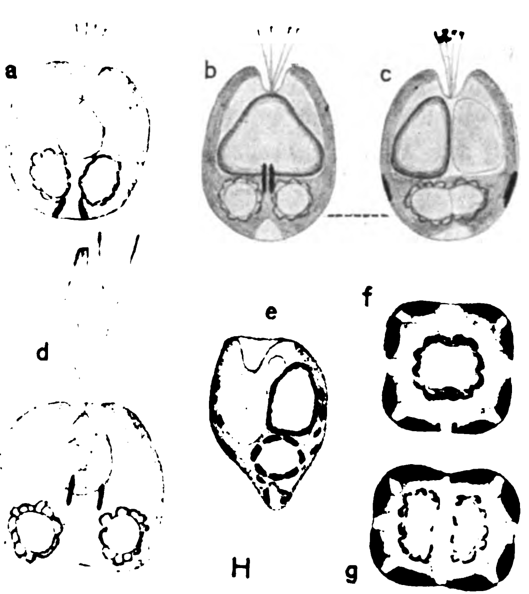


Fig. H. *Pyramidomonas tetrarhynchus.*
a, d abgeplattete Individuen aus einer Agarkultur; b, c, e—g frische Individuen; b, c eine Zelle mit vier Pyrenoiden und vier Augenflecken in zwei verschiedenen Ansichten; f optischer Querschnitt durch ein Individuum (f) mit ungeteiltem Chromatophor, mit einem Pyrenoid in beginnender Teilung und mit zwei Augenflecken; g ein Individuum im optischen Querschnitt mit geteiltem Chromatophor, mit zwei Pyrenoiden und vier Augenflecken; e mti Jodjodkalium behandelt, die übrigen lebend. Geißeln nur bei d ausgezeichnet.
Ungef. Vergr. 1000 : 1.

Der Kern selbst war immer sehr groß, zeigte denselben wabigen Bau wie bei *Pyramidomonas montana* (vgl. Fig. 17 u. 8) und führte einen oder zwei Binnenkörper. Ein Randkörper wurde nicht gesehen. Weitaus in den meisten Fällen war der Kern stark seitlich aus der Mediane des Körpers verschoben. Dies erklärt sich aus dem Vorhandensein eines großen, stark lichtbrechenden Tropfens (wohl aus Volutin bestehend), der im Vorderende neben dem Kern lag (Fig. H c, e). In einer um 90° verdrehten Lage des Körpers deckte dieser Tropfen den Kern vollständig (Fig. H b). In einigen Fällen hatte sich die Körperform der seitlichen Lage des Kernes „angepaßt", wie dies aus Fig. H e ersichtlich ist, wo der Schlund schief gestellt und der ganze Körper asymmetrisch geworden ist.

Die Mehrzahl der Individuen zeigte einige auffallende Eigentümlichkeiten. So waren fast immer zwei Pyrenoide und zwei oder vier Augenflecke vorhanden. Der Chromatophor war meist zweigeteilt (Fig. H a, d, g; 2, 16). Fig. 11 u. 12 zeigen ein Individuum in zwei um 90° gedrehten Ansichten. In der einen Ansicht (Fig. 12) scheint nur ein Pyrenoid und ein Augenfleck vorhanden zu sein, wie man aber aus Fig. 11 ersieht, sind in Wirklichkeit zwei Pyrenoide und zwei Augenflecke vorhanden. (Der Chromatophor ist in diesem Fall nicht geteilt). Die beiden Pyrenoide liegen dicht aneinander gepreßt und haben an der Berührungsstelle keine Stärke gebildet. Es handelt sich um eine eben vollzogene Teilung. In Fig. 13, 16 u. 19 sieht man die Teilung ganz vollzogen. Fig. H g zeigt zwei junge Tochterpyrenoide, die an der Trennungsstelle eben die Stärkehülle auszubilden beginnen. Ein frühes Stadium ist in Fig. H f dargestellt, wo das Pyrenoid bisquitförmige Gestalt angenommen hat. Eigentümlich ist der auf Fig. H b u. c dargestellte Fall, wo ein Individuum in zwei um 90° gedrehten Ansichten gezeichnet ist. Es sind vier Pyrenoide vorhanden, obwohl der Chromatophor ungeteilt ist. Jedes der in Fig. b gezeichneten Pyrenoide hat sich senkrecht auf die erste Teilungsebene neuerdings geteilt, die Tochterpyrenoide zweiter Ordnung haben aber an der Trennungsstelle noch keine Stärke gebildet (Fig. c). Dasselbe Individuum besaß vier Augenflecke. Je zwei lagen dicht beisammen; die Paare waren ungleich groß. Auch das auf Fig. 16 dargestellte Individuum (und viele andere) besaß vier Stigmen: dem in der Zeichnung sichtbaren kleinerem Paar lag auf der Rückseite noch ein zweites, größeres Paar gegenüber.

Charakteristisch war immer die konstante Lagerung von Pyrenoiden und Augenflecken. Die ein Paar bildenden zwei Augenflecke

lagen immer (gleichgültig ob die Zelle nur ein Paar oder zwei Paare besaß) parallel zu der Ebene, in der die erste Pyrenoidteilung erfolgte. In derjenigen Ansicht, in der die beiden Tochterpyrenoiden zu sehen waren, waren auch immer beide Augenflecke eines Paares zu sehen; um 90° gedreht verdeckten sich die beiden Pyrenoide und die beiden Stigmen eines Paares (Fig. 12). Waren vier Augenflecke in zwei Paaren vorhanden, so lagen die Paare immer um 180° gegeneinander verschoben, also einander gegenüber (Fig. H b, c, g). Sie waren dann immer ungleich groß.

Alle diese, d. h. weitaus die meisten, Individuen waren trotz der Teilung des Chromatophors der Pyrenoide und der Vermehrung[1]) der Stigmen einkernig. Sie zeigten auch keinerlei Neigung zu einer verspäteten Kernteilung. Es handelt sich um eine wohl durch die tiefe Temperatur hervorgerufene Hemmungserscheinung. Unter ungünstigen Ernährungsverhältnissen litten die Formen jedenfalls nicht, da sie sehr lebhaft gefärbt waren und der Chromatophor nur wenig Stärke führte (Fig. H e).

Botanisches Institut der Universität Wien, im April 1925.

Zusatz: Während der Drucklegung wurde eine neue *Pyramidomonas* beschrieben, *P. Nadsoni* Skvortzow (Zur Kenntnis der mandschurischen Flagellaten. Beih. z. Bot. Zentralbl., II. Abt., 1925). Diese Form ist meiner Ansicht gar keine *Pyramidomonas*, da sie eine Membran mit Warzen besitzt.

Tafelerklärung.

Tafel 12.

Fig. 1, 3—9 *Pyramidomonas montana*, Fig. 2, 10—21 *Pyramidomonas tetrarhynchus*. Fig. 1, 2, 10—12, 16 lebend, die übrigen mit Sublimat-Alkohol fixiert und in Kanadabalsam überführt nach Färbung mit Heidenhain's Hämatoxylin (Fig. 3—6, 8, 9, 14) oder mit Altmann's Säurefuchsin und Lichtgrün (Fig. 7, 13, 15, 17—21). Alle Individuen (außer Fig. 9) aus frisch gesammeltem Material. Die Geißeln sind nur bei Fig. 1 u. 2 vollständig gezeichnet. Ungef. Vergr. 1500 : 1.

Fig. 1. Blaß gelblichgrün gefärbtes Individuum.

Fig. 2. Individuum mit geteiltem Chromatophor, mit zwei Pyrenoiden und zwei Augenflecken. Kombiniertes Bild (optischer Durchschnitt + Oberflächenbild).

Fig. 3. Individuum mit einheitlichem Pyrenoid.

---

[1]) Wahrscheinlich werden auch die Stigmen geteilt.

Fig. 4—7. Individuen mit aufgelockerten Pyrenoiden (die wabigen Strukturen am Rand der Zelle sind durch die Fixierung hervorgerufen).

Fig. 8. Detailbild des Vorderendes.

Fig. 9. Ein abgeflachtes Individuum aus einer Agarkultur. Pyrenoidkörner in zwei undeutlichen Gruppen angeordnet (Teilungsstadium).

Fig. 10. Typisch gestaltetes Individuum im optischen Durchschnitt.

Fig. 11, 12. Ein Individuum in zwei um 90° gedrehten Ansichten gezeichnet, mit zwei Tochterpyrenoiden und zwei Augenflecken.

Fig. 13—21. Verschiedene Zellformen.

Fig. 14. In der Mitte der Zelle ein großer, etwas deformierter Assimilat- (Volutin?)tropfen.

Fig. 16. Oberflächenbild eines Individuums mit geteiltem Chromatophor, zwei Pyrenoiden und vier Augenflecken, von denen nur zwei sichtbar sind.

Fig. 19, 21. Individuen mit deutlichem Basalkorn.

Besprechungen.

Enderlein, Günther: Bakterien-Cyclogenie. (Prolegomena zu Untersuchungen über Bau, geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung und Entwicklung der Bakterien.) Verlag W. de Gruyter & Co. Berlin und Leipzig 1925.

Das vorliegende Buch stellt eine vollständig aus dem Rahmen aller bisher erschienenen Arbeiten über Bakterien herausfallende Mitteilung dar. Bei der Fülle des gänzlich neuartigen Materials ist es nicht möglich, in einem kurzen Referat auch nur annähernd einen Begriff von dem Inhalt des Buches zu geben. Es können nur einige Einzelheiten herausgegriffen werden.

Die Durchsicht der Arbeit ist sehr erschwert dadurch, daß Verf. eine außerordentlich große Zahl von neugebildeten Fachausdrücken einführt. Ohne das im Anhang gegebene Verzeichnis dieser neuen Wörter (über 150) könnte wohl kaum jemand das Buch durchlesen. Seine Hauptresultate bezeichnet Verf. selbst wie folgt:

1. Auffinden des Bakterienkerns: Mych (Urkern).
2. Begründung einer vergleichenden Bakterien-Morphologie.
3. Nachweis der Allgemeinheit der Gonidienbildung bei allen Bakterien als fundamentale Form asexueller Fruktifikation (bisher nur für einige Scheidenbakterien — Crenothrix und einige Sphärotiliden — festgestellt).
4. Nachweis der sexuellen Fortpflanzung der Bakterien.
5. Morphologischer Nachweis für das Sporit (die sog. Bakterienspore) als einem kleinen Seitenzweige eigene Sonderform einer Oidienbildung.
6. Feststellung der Cyclogenie der Bakterien und ihre diagnostische und therapeutische Bedeutung.
7. Feststellung der Mochlose und Mochlolyse.
8. Nachweis des cyclostatischen Momentes der Virulenz und Pathogenität (Virostadium).
9. Als praktisches Resultat der cyclogenetischen Auffassung die polyätiologische Beurteilung diphtherieartiger Infektionen, gleichgültig, ob im Basit-, Phytit- oder Cystascitstadium befindlich.

Die Bakterienzelle entspricht nach Verf. nicht der Zelle höherer Pflanzen. Die Bakterien sind aus einem oder mehreren Mychiten (Urzellen) zusammengesetzt. Der Urkern (Mych) ist der caryologische Bestandteil

und der Träger des Lebens im Mychit. Am Interessantesten sind die Ausführungen des Verfs. über die geschlechtliche Fortpflanzung der Bakterien. Seine an Choleravibrionen gemachten Beobachtungen sind kurz skizziert folgende: die vegetativen Zellen bilden Teilstücke, welche männliche und weibliche Individuen darstellen. Das weibliche Individuum (Oit) hat die Form einer Kugel, das männliche (Spermit) ist ein mit einer langen Geißel versehener flacher Körper, er ähnelt der Spermazelle eines höheren Tieres. Das männliche Individuum soll nun durch aktive Geißelbewegung das weibliche Individuum aufsuchen und dann mit ihm verschmelzen. Aus dem befruchteten Oit entstehen wieder vegetative Zellen. Der Vorgang ist von der in letzter Zeit wiederholt beschriebenen Copulation der Bakterien gänzlich verschieden.

Das vom Verf. aufgestellte System der Bakterien ist in mancher Beziehung interessant, dürfte aber kaum Zustimmung finden. Es enthält zum Teil sehr willkürlich zusammengestellte Gruppen. Ein großer Teil der Gattung und Arten ist vom Verf. neu aufgestellt worden. Die in einem besonderen Abschnitt behandelte Frage des Diphterieerregers könnte zu neuen Untersuchungen anregen.

Es besteht kaum ein Zweifel, daß das vorliegende Werk von der Mehrzahl der Bakteriologen und Botaniker abgelehnt werden wird, denn es enthält sehr zahlreiche sachliche Angriffspunkte. Andererseits sind in demselben aber viele Beobachtungen beschrieben, die zu neuen Untersuchungen anregen. Verf. ist jedenfalls einer der wenigen Bakteriologen, die sich von den jetzt noch herrschenden Ansichten über die Morphologie und Biologie der Bakterien frei gemacht haben und der es gewagt hat, Erscheinungen, die zwar jedem Bakteriologen bekannt sind, die aber im Widerspruch mit der herrschenden Lehre stehen, zu beschreiben und zu deuten. Inwieweit diese Beschreibungen und Deutungen richtig sind muß vorläufig dahingestellt bleiben. LIESKE.

Uspenski, E. E. und **Uspenskaja, W. J.**: Reinkultur und ungeschlechtliche Fortpflanzung des *Volvox minor* und *Volvox globator* in einer synthetischen Nährlösung. Ztschr. f. Botanik. Bd. 17, S. 273, 1925.

Der erstgenannte Verf. hat schon in einer russischen Arbeit mit englischer Zusammenfassung gezeigt, daß sich Kulturen von *Spirogyra* in einer künstlichen Nährlösung gewinnen lassen, wenn auf die Menge des in Lösung befindlichen Eisens geachtet wird, die höher sein muß als die den anorganischen Lösungen gewöhnlich zugesetzte Konzentration. Er dehnt nun seine Versuche auf *Volvox* aus. Auch dieser war ja bisher nicht sicher züchtbar, was der Ref. aus eigener Erfahrung bestätigen kann.

Die Verf. fanden nun auf Grund der Beobachtung in der Natur, daß am Ursprungsorte ein pH von 7,3—7,6 zu herrschen pflegte, der im Sommer bis 7,9—8,3 stieg. Der Eisengehalt war ziemlich konstant 0,7—0,8 mg im L. Daraufhin wurde nun folgende Nährlösung hergestellt: KNO_3 0,025 g $MgSO_4$ 0,025 g $Ca(NO_3)_2$ 0,1 g KH_2PO_4 0,025 g K_2CO_3 0,0345 g $Fe_2(SO_4)_3$ 0,00125 g in doppl. destl. Wasser pH = 7,6. In dieser Lösung wurde anfangs eine gute Vermehrung erzielt, später aber wurden die Kolonien blaß und gingen zu Grunde, was offenbar auf Eisenmangel

beruhte. Daher wurde in späteren Versuchen nach einiger Zeit durch Hinzufügen von Eisensulfat oder Klavierdraht für eine genügende Menge von Fe gesorgt.

Da nun bei einem Überschuß von Fe in den alkalischen Lösungen wie sie die Algen im allgemeinen verlangen, die Hauptmenge ausfällt, führten die Verf. die Pufferung der gelösten Eisenmenge durch Zusatz von Zitrat ein, durch das dieses in Form eines wenig stabilen Komplexes in der Lösung bleibt. Von dem Natriumzitrat (pH ca. 6,7) wurde 0,004 Mol auf ein L zugefügt, außerdem zitronensaures Eisenoxyd in abgestufter Menge. PH immer auf 7,3 gebracht. Unter diesen Umständen ist die schädliche Wirkung des Fe verringert. Am günstigsten wirkte 0,5 mg im L, aber schon der 10. Teil wirkt merklich fördernd. Dies ist eine Menge, die auch in den gewöhnlichen „Fe-freien" Lösungen anderer Autoren enthalten gewesen sein dürfte. Durch Wiederholung des sterilen Übertragens einzelner Coenobien wurden auch absolute Reinkulturen erzielt, die aber nur zu Versuchen mit Glukose verwendet wurden. Schon 0,125 und 0,25 % Zucker töteten den *Volvox* im Laufe von 4—5 Tagen, was die Verf. durch Überführung des Fe in Saccharat erklären. Da in diesem das Fe wohl nicht fester gebunden sein kann als im Zitrat, ist diese Annahme wenig wahrscheinlich. Sterilitätsproben scheinen nicht ausgeführt worden zu sein. Es kann vielleicht doch eine Säurebildung durch Bakterien die Ursache des Absterbens gewesen sein. Man soll auch nicht alles durch pH und Fe erklären wollen.

Die Ergebnisse der Verf. stellen einen bedeutenden Fortschritt in der Beherrschung der Algenkultur dar. E. G. PRINGSHEIM (Prag).

Schreiber, E.: Zur Kenntnis der Physiologie und Sexualität höherer Volvocales. Ztschr. f. Botanik. Bd. 17, S. 337.

Die Kultur von *Eudorina, Pandorina* und *Gonium* erfolgte in einer etwas veränderten KNOP'schen Lösung von folgender Zusammensetzung: Kalziumnitrat 0,25 g (muß für sich gelöst werden) Magnesiumsulfat, Kaliumnitrat und Bikaliumphosphat je 0,06 g und Spur Ferrosulfat (muß für sich gelöst werden). Aus Glas destilliertes Wasser 1000 g. pH = 7,1. *Eudorina* war nicht schwer zu züchten, *Pandorina* verträgt keine Temperaturen über 20° und kein starkes Licht. *Gonium* wächst am leichtesten. Bei *Eudorina* und *Gonium* gelang auch die absolute Reinkultur auf Agar, wobei von den aus Palmellen ausschlüpfenden einzelligen Schwärmern ausgegangen wurde.

Auf die geschilderte Weise wurde von den drei Objekten eine Anzahl von Klonen isoliert, und es handelte sich nun darum sie zur Bildung von sexuellen Stadien zu bringen. Nach anfänglichen Mißerfolgen traten an einer *Eudorina*-Kultur im August Spermatozoiden auf. Es fiel auf, daß diese Kultur eine besonders große Zahl von Individuen enthielt. Auch bei *Gonium* und *Pandorina* konnte durch besonderes üppiges Wachstum Sexualität erzielt werden. Zur Hervorbringung von Zygoten erwies es sich aber bei allen drei Arten als unerläßlich, daß zwei Klone zusammengebracht wurden, und zwar reagierte jeder nur mit einer gewissen Anzahl der anderen. Es lag also Heterothallie vor.

Die Zygoten reiften gut aus und konnten auch wieder zur Keimung gebracht werden, wenn sie in frische Flüssigkeit übertragen wurden. Ob sie einer Ruheperiode bedürfen ist nicht zu ersehen. Die von *Gonium* vertrugen das Austrocknen, die von *Eudorina* nicht. Bei *Gonium* entsteht bei der Keimung ein 4-zelliges Coenobium, aus dessen Zellen bald je eine 16-zellige Normalplatte entsteht. Zwei von diesen sind + geschlechtlich, zwei — geschlechtlich. Die Reduktionsteilung und damit die Geschlechtsbestimmung erfolgt also offenbar bei der Zygotenkeimung, die Keimkolonie enthält die Spaltprodukte einer heterotypischen Teilung.

Bei *Eudorina* entsteht bei der Keimung der Zygote nur ein einziger Schwärmer. Nur ausnahmsweise entstehen zwei oder drei. Neben dem einen Schwärmer aber ließen sich drei hyaline, degenerierte Zellen nachweisen, offenkundig Produkte der Reduktionsteilung! Bei *Pandorina* sind die Verhältnisse genau ebenso.

Außer durch besonderes üppiges Wachstum ließ sich die zur Erzielung der Sexualität nötige Anreicherung auch durch Phototaxis und Zentrifugieren erreichen. Ursache der Geschlechtszellenbildung aber ist der starke Nährsalzverbrauch in den dichten Kulturen, denn durch Übertragen in Wasser ließ sich mit Sicherheit ein Gleiches erzielen, allerdings nur bei *Gonium* und *Pandorina*, *Eudorina* ist empfindlicher, auch braucht hier die Bildung der Geschlechtszellen mehr Zeit, da Spermatozoiden und Eizellen gebildet werden müssen, weshalb der Versuch nur bei allmählicher Veränderung des Mediums gelingt. Bei Chamydomonasarten gelang die Erzielung der Kopulation entgegen den Angaben von Klebs mit den beschriebenen Methoden nicht. Das gleiche mußte der Ref. bei ausgedehnten Versuchen an *Polytoma* erleben. E. G. Pringsheim (Prag).

Ruhland, W. und **Hoffmann, C.**: Die Permeabilität von *Beggiatoa mirabilis*. Ein Beitrag zur Ultrafiltertheorie des Plasmas. Arch. f. wiss. Botanik. Bd. 1, S. 1, 1925.

Den Verf. ist es gelungen in der im Solgraben der Saline von Artern vorkommenden *Beggiatoa mirabilis* ein Objekt zu finden, das sich wegen seiner Größe und besonders seiner hohen Permeabilität für gelöste Substanzen als geeignet erwies, um die Gesetze der Permeabilität von Pflanzenzellen an einer großen Zahl von Stoffen, insbesondere auch solchen, für die die Zellen höherer Pflanzen zu undurchlässig sind, zu prüfen.

Beim Einlegen in hypertonische Lösungen zeigen die Fäden ein eigenartiges Einknicken, das allmählich wieder zurückgeht, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die von der spezifischen Durchlässigkeit der Zelle für die bestimmte Substanz abhängt. Der osmotische Überwert der Zellen war dabei überaus gering — gemessen mit der relativ am langsamsten eindringenden Raffinose war die plamolytische Grenzkonzentration gleich 0,00015 GM. — so daß er bei den Messungen vernachlässigt werden konnte. Die Substanzen wurden in dem salzhaltigen Ursprungswasser gelöst, mit dessen osmotischer Konzentration der osmotische Innendruck gleichgesetzt werden durfte.

Die Messungen geschahen in der Weise, daß bestimmt wurde, in welcher Konzentration des zu prüfenden Stoffes die Knickungen, die sofort

nach dem Einbringen der Fäden in die Lösung auftraten, nach 5 Minuten wieder verschwunden waren. Nur wenn die Löslichkeit des Stoffes zu gering oder die erforderlichen Konzentrationen giftig waren, wurde die Minimalkonzentration bestimmt, in der ein sofortiger Rückgang erfolgte.

Die Ergebnisse sind sehr bemerkenswert und bestätigen die RUHLANDsche Ultrafiltertheorie auch für solche Substanzen, mit welchen an Zellen höherer Pflanzen wegen zu geringer Permeabilität keine entsprechenden Versuche angestellt werden konnten. Das sind vor allem eine Anzahl chemisch indifferenter physiologisch wichtiger Stoffe, wie z. B. Kohlehydrate u. a., und zwar auch solche, deren geringe Löslichkeit oder große Schädlichkeit in höheren Konzentrationen eine Plamolyse anderer Zellen unmöglich macht, während *Beggiatoa* mit ihrem geringen osmotischen Überdruck für die Versuche herangezogen werden konnte. Hier tritt nun ein Anstieg der Permeabilität mit fallendem Molekulargewicht deutlich hervor. Dies gilt vor allem für Kohlehydrate und mehrwertige Alkohole, während bei Heranziehung der Alkaloide, einiger Aminosäuren und anderer Stoffe deutlich wird, daß die Permeabilitätskoeffizienten besser zum Molekularvolumen als zum Molekulargewicht passen. Dies aber ist der Sinn der Ultrafiltertheorie, die besagt, daß die Teilchengröße für das Eindringen bestimmend ist. Auch die Ergebnisse mit Salzen widersprechen dieser Theorie nicht, insofern als ihre Teilchengröße ein Eindringen gestattet. Die Geschwindigkeit des Permeierens aber hängt von der Quellungswirkung ab.

Da die gleichen Ergebnisse auch im Prinzip für tote Zellen gesichert werden konnten, wenn auch hier die Berechnung der Permeabilitätskoeffizienten wegen des bei der größeren Durchlässigkeit der toten Zellen nicht möglichen Vergleiches mit einem praktisch als nicht eindringend anzusehenden Stoffe unmöglich war, so muß gefolgert werden, daß die Zellwand zwar leichter durchlässig ist als das Plasma, daß sie aber ebenfalls ein Ultrafilter darstellt. E. G. PRINGSHEIM (Prag).

Weber, F.: Schraubenplasmolyse bei *Spirogyra*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 43 p. 217—223.

WEBER beschäftigt sich hier mit jener Form der Plasmolyse, die SCARTH zuerst behandelte und für die die Starrheit des Chromatophoren von besonderer Bedeutung ist, weil die Spannung des sich kontrahierenden Protoplast nicht imstande ist, den Widerstand des starren Chromatophoren zu überwinden. WEBER nennt diese Form der *Spirogyra*-Plasmolyse Schraubenplasmolyse.

Während die untersuchte *Spirogyra* in den WEBER'schen Versuchen in den normalen Plasmolyticis Schraubenplasmolyse niemals erkennen läßt und bei Zentrifugierung die Chloroplastenbänder leicht verlagert, ist eine solche Verlagerung bei Fäden, die vorher in durch metallisches Kupfer stark toxisch gemachtem Wasser einige Zeit (nur 40″) gewesen waren, nur bei einem Prozent der Zellen zu sehen, obwohl vor der Zentrifugierung die gekupferten Spirogyren nach der genannten Zeit morphologisch nicht im geringsten Veränderungen zeigten. Es liegt nahe, anzunehmen, daß durch die Kupferung eine Erhöhung der Plasmaviskosität eingetreten ist. Werden aber derart gekupferte Spirogyren plasmolysiert, so ergibt sich

die normale konvexe Plasmolyseform, so daß durch die Kupferung weder die Adhäsion des Wandplasmas an die Membran, noch auch die Erhöhung der Viskosität stattgefunden haben kann.

Schreitet aber die Schädigung durch Cu fort, so ist zwar der Beginn der Plasmolyse noch konvex, mit vorschreitender Kontraktion der Protoplasten erscheint immer mehr die Schraubenplasmolyse. Das läßt sich nur dadurch erklären, daß der steife Chromatophor der plasmolytischen Kontraktion der Protoplasten Widerstand entgegensetzt. Wenn dies zutrifft, muß auch die Plasmolyse konvex verlaufen, wenn sie von Chromatophoren nicht behindert ist. Zentrifugiert man Zellen vor der Verkupferung, so daß der Chloroplast stark verlagert wird und nur mehr ein Viertel der Zelle einnimmt, wird dann gekupfert und dann plasmolysiert, so weist der chloroplastenfreie Plasmateil der Zellen normale, konvexe Plasmolyse auf.

Daraus ergibt sich, „daß die erste „faßbare" Wirkung der Cu-Ionen auf die *Spirogyra* in einer Verfestigung (Elastizitätsabnahme) des Chloroplasten besteht".

Auffallend und unerwartet ist die Tatsache, daß der Chloroplast besonders empfindlich ist, daß er eine solche Schädigung früher zeigt als die doch früher betroffene Wandschicht des Plasmas und daß die Cu-Ionen die Hautschicht und das Entoplasma doch wohl rasch durchdringen müssen.

Eine analoge Erscheinung ist, daß solche Schraubenplasmolyse auch durch Temperaturerhöhung (36—38° C) erreicht werden kann.

Darnach zeigt der Chromatophor von *Spirogyra*, verglichen mit dem Cytoplasma, eine erhöhte Empfindlichkeit. Damit steht in gutem Einklang die leichte Beeinflußbarkeit des Assimilations- und Atmungsprozesses, — vielleicht ergibt sich zwischen beiden Erscheinungen eine engere kausale Beziehung.

Die Untersuchungsergebnisse WEBER's scheinen auch nicht ohne Bedeutung zu sein für das methodische Problem der Fixierung chromatophorenführenden Microorganismen: deshalb wurden sie hier besprochen.

A. PASCHER.

Kniep, Hans: Über *Fucus*-Bastarde. Flora Bd. 118—119 (GOEBEL-Festschrift) S. 331—338.

An der Braunalge *Fucus* wurden bereits 1854 durch THURET zwischen *Fucus serratus* ♂ und *F. vesiculosus* ♀ Bastardkeimlinge künstlich erhalten, es waren die ersten künstlich erzeugten Bastarde bei niederen Pflanzen. Später erzeugten WILLIAMS und GARD zwischen *Fucus*-Arten resp. zwischen *Fucus* und *Ascophyllum* Bastarde. KNIEP nahm nun auf Helgoland die Fucaceenkreuzungen wieder auf.

Er erhielt tatsächlich, wie bereits THURET zwischen *F. vesiculosus* ♀ und *F. serratus* ♂ Bastardkeimlinge, und die Eier von *F. vesiculosus* werden von den Spermatozoiden von *F. serratus* so reichlich wie von den eigenen umschwärmt, doch bleibt, auch unter günstigsten Umständen, der allergrößte Teil der Eier unbefruchtet und geht nach einigen Tagen ein. Während THURET die Versuche, *F. serratus* ♀ mit *F. vesiculosus* ♂ zu kreuzen, fehlschlugen, gelang dies KNIEP in beschränktem Maße.

Diese beiden *Fucus*-Arten sind diözisch; Kreuzungen mit dem monö-

zischen *F. platycarpus* ♀, in dessen Konzeptakel Antheridien und Oogonien stehen, sind deshalb schwer, weil es nicht möglich ist, hier eine Kastration der ♂ Geschlechtsorgane vorzunehmen. KNIEP behalf sich in der Weise, daß er die Geschlechtsprodukte von *F. platycarpus* mit 1 proz. Chloralhydrat (1 gr Chloralhydrat in 100 cm^3 Seewasser) behandelt. Es zeigt sich, daß nach einhalbstündiger Einwirkung des Chloralhydrates auf die Oogonien und Spermatozoiden letztere dauernd aktionsunfähig geworden waren, während die Eizellen zwar am Austritt aus den Oogonien gehemmt werden, sonst aber nicht geschädigt erscheinen. Nach Überführung der Oogonien in reines Seewasser platzen die Hüllen, die Eier werden frei und können nun mit Spermatozoiden von *F. vesiculosus* zusammengebracht werden. Diese Bastardierung gelingt in einem ziemlich hohem Maße — 70 Proz. Eier entwickeln sich weiter. Die anderen waren wahrscheinlich durch das Chloralhydrat geschädigt.

Eine andere Methode, die die Einwirkung von Chloralhydrat erübrigt, war die, den die Konzeptakelen von *Fucus platycarpus* zu einer Zeit die Oogonien zu entnehmen, bevor die Eizellen austraten und die Antheridien reif sind. Die Oogonien werden von den unreifen Antheridien, die sich nicht weiter entwickeln, isoliert, einige von ihnen öffnen sich nach einiger Zeit und können mit den fremden Spermatozoiden zusammengebracht werden.

Die reziproke Kreuzung des eingeschlechtlichen *Fucus vesiculosus* ♀ mit dem diözischen *F. platycarpus* ♂ geht leichter, weil in dem Gemenge Eier und Spermatozoiden von *F. platycarpus* die Eier bald absinken, so daß die Spermatozoiden allein bleiben. KNIEP hat dazu in ingeniöser Weise die negative Phototaxis der *Fucus*-Spermatozoiden ausgenützt: in einem länglichen Glaskasten an der einen Schmalseite, die dem Lichte abgewendet war, die Eier von *Fucus vesiculosus* untergebracht, an der anderen dem Lichte zugewendeten Seite reife Konzeptakelstücke von *Fucus platicarpus*, die natürlich Eier und Spermatozoiden entleerten, versenkt. Der eine Teil dieser Spermatozoiden befruchtete die arteigenen Eier, ein Teil aber wanderte an die vom Lichte abgekehrte Schmalseite des Glases, an der die artfremden Eier von *Fucus platicarpus* lagen und befruchtete diese.

Die KNIEP'schen Versuche erweisen die leichte Kreuzungsfähigkeit der *Fucus*-Arten, speziell *F. platycarpus* und *F. vesiculosus*. Daß in der Natur fast niemals sichere Bastarde beobachtet wurden, hängt mit der Ökologie der drei genannten *Fucus*-Arten zusammen, die in scharf übereinanderliegenden Zonen vorkommen. Und in den Zwischenzonen wurden bereits mehrfach Zwischenformen zwischen den Arten beobachtet. Ihre Deutung als Bastarde oder Standortsmodifikationen ist so lange zweifelhaft, als diese Deutung nicht experimentell erwiesen werden kann. Den Weg dazu zeigen die KNIEP'schen Versuche auf. A. PASCHER.

Fujii, Kenjoro: Über die Entlassung der Spermatozoiden von *Isoëtes*. Flora. Allg. bot. Zeitschr. Bd. 118/119 (GOEBEL-Festschrift) p. 115—126.

Diese Arbeit sei hier deshalb besprochen, weil sie uns mit Substanzen bekannt macht, die die Entleerung der Spermatozoiden von *Isoëtes* aus den Antheridien auslösen. Die Untersuchungen gingen zunächst auf die Be-

obachtung zurück, daß es nicht möglich war, die *Isoëtes*-Antheridien zur Entleerung zu bringen, wenn frisch bereitetes destilliertes Wasser dazu verwendet wurde; daß aber destilliertes Wasser, das einer Vorratsflasche durch den üblichen Gummischlauchquetschhalm entnommen wurde, die Entleerung auslöste. Es stellte sich bei näherem Eingehen heraus, daß es das Gummischlauchstückchen war, das Substanzen ans destillierte Wasser abgab, die sich beim Auskochen des Wassers anscheinend verflüchtigten, weil ausgekochtes Wasser diese Wirkung nicht mehr hatte.

Es zeigte sich auch weiter, daß tatsächlich Wasserextrakte aus Gummischläuchen wirksam waren, doch nur dann, wenn der Gummischlauch alt und schwarz geworden war. Von einer Reihe daraufhin untersuchten Substanzen erwies sich Äthyläther in gleichem Sinne wirksam. Vor allem war aber Leuchtgas in hohem Maße auslösend. Die genaue Untersuchung ergab, daß alle untersuchten ungesättigten Kohlenwasserstoffe wirksam waren, die gesättigten aber unwirksam. Wahrscheinlich bilden sich in alten, sich zersetzenden Gummischläuchen derartige Stoffe, Kohlenmonoxyde und eine Reihe ungesättigter Kohlenwasserstoffe, so daß hier dieselben Substanzen wirksam waren wie im Leuchtgas.

Was den Äther anlangt, so ist die Annahme möglich, daß ein Bruchteil von Äthyläther sich stets in dissoziiertem Zustande befinde nach der Gleichung.

Äthyläther $\rightleftarrows$ Wasser + Äthylen ($C_2H_5 - O - C_2H_5 = H_2O + 2C_2H_4$). Dann wäre dem Äther stets eine ganz geringe Menge Äthylen und Wasser beigemengt und auch hier wäre es nicht der Äther, der die Spermatozoenentleerung auslöst, sondern das dem Äther beigemengte Äthylen.

Auf die kausale Vertiefung der ganzen Frage kann hier nicht eingegangen werden, es liegt aber die Annahme nahe, daß die Permebilität der Antheridialzellen durch die oben genannten Substanzen plötzlich geändert wird, eine ausgiebige Wasseraufnahme durch den sehr quellungsfähigen Zellinhalt erfolgt, wodurch die Sprengung der Antheridienzellwände und damit die Ausstoßung der Spermatozoiden bewirkt wird.

Es besteht die Möglichkeit, daß auch in anderen Antheridialorganen, aber auch in Zoosporangien auf ähnliche Weise die Ausstoßung der beweglichen Inhaltskörper ausgelöst werden kann, und darum erschiene es von Bedeutung, wenn die Ergebnisse Fujii's auf eine breitere Basis gestellt würden. Es würden sich für die Praxis des Studiums beweglicher Organismen mancherlei Vorteile ergeben. A. Pascher.

Arnaudow, Nikola: Untersuchung über den Tiere fangenden Pilz *Zoophagus insidians*. Flora Bd. 118/119. (Goebel-Festschrift), p. 1—16.

Die seinerzeit im Arch. f. Protistenk. referierten Untersuchungen des Verf. erfahren hier eine Ergänzung. Es handelt sich um einen Phykomyceten, der an langen Hyphen ganz kurze fast rechtwinklig abstehende Kurzhyphen bildet, an deren Spitze eine stark lichtbrechende Substanz gebildet wird. An diesen Kurzhyphen bleiben Rotatorien mit ihren Schlunde hängen, worauf die Kurzhyphen Nährmycel bilden, das den Inhalt des Tieres verdaut. Dieser Pilz *Zoophagus insidians* bildet nun nach Arnaudow auch lang spindelförmige bis langkeulige Brutkörper — Gemmen — aus

und zwar an der Spitze der Langhyphen und zwar als den Kurzhyphen homologe Organe. Eine solche Gemme ist in 1—2 Stunden gebildet, durch das schmale Ansatzstück strömen sehr viel Plasma und Reservestoffe in die Gemme ein, dann bricht die Gemme ab. In der Nähe der Abbruchsstelle sproßt eine neue Gemme heraus, so daß charakteristische sympodiale Verzweigungen entstehen. Die Gemmen sinken ab und nach einiger Zeit treiben sie an einer oder mehreren Stellen wieder Langhyphen aus, an denen wieder die kurzen Fanghyphen entstehen.

Auch ARNAUDOW gelang die Kultur auf organischen Nährböden nicht, doch gelang es ihm in offenen Objektträgerkulturen die zugleich *Cladophora* und Rotatorien enthielten, den Pilz in ausgezeichneter Weise in reiche Entwicklung zu bringen.

Er konnte auch die geschlechtliche Fortpflanzung Oogonien und Antheridienbildung beobachten. Die Geschlechtsorgane stehen auf verzweigten oder unverzweigten Traghyphen, die aber auf besonderen, männlichen und weiblichen Langhyphen stehen. Es ließ sich aber nicht feststellen ob wirklich Diöcie vorliegt. Der Befruchtungsvorgang konnte nicht beobachtet werden; in jedem Oogonium wurde eine einzige Eispore gebildet.

Nach der Art der geschlechtlichen Fortpflanzung wie aus der bereits früher beschriebenen Form der Schwärmerbildung ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, daß *Zoophagus* — den ARNAUDOW diesmal aus der Umgebung von München studierte — zu den Pythiaceen und nicht zu den Saprologniaceen gehört. A. PASCHER.

Schmidt, W. J.: Die Bausteine des Tierkörpers in polarisiertem Lichte. Verlag Fr. Cohen-Bonn 1924. 230 Abb. im Text.

Es ist eine in der Geschichte jeder wissenschaftlichen Disziplin nur zu bekannte Tatsache, daß die klare Problemstellung und die geeignete Arbeitsmethode stets einen Fortschritt verbürgen. Nicht immer aber treffen eindeutige Frage und genügend verläßlich und aussichtsreich scheinende Methode auch zeitlich so zusammen, daß sie sich ergänzen und, womöglich unter den Händen eines einzelnen, das Maximum an Erfolg bringen können. Oft genug sehen wir, wie einige zu Ansehen — oder in Mode gekommene — Arbeitsmethoden selbst in den kleinsten Spezialfragen übereifrig benutzt werden, während andere, weit bedeutsamere Methoden einfach in den Hintergrund gedrängt werden. Ein typisches Beispiel für eine solche, ganz zum Unrecht auch heute noch etwas abseits stehende Methode, die sogar eine außerordentliche Vielseitigkeit der Anwendung erfahren kann, ist zweifellos auch die optische Prüfung aller „Bausteine" und Inhaltskörper des Tieres und der Pflanze im polarisierten Lichte. NAEGELI, AMBRONN, VALENTIN und EBNER sind zwar prominente Namen, mit welchen biologische Disziplinen Anschluß an Studien mit dem Polarisationsmikroskop fanden, aber die Zahl der um diese führenden Arbeiten gruppierten weiteren Untersuchungen ist im Vergleich mit anderen Arbeitsrichtungen und -methoden überraschend gering, trotzdem offenkundig ist, daß so ziemlich jeder Versuch der Auswertung des Polarisationsmikroskopes in biologischen Fragen sehr beachtenswerte Aufklärung brachte. Auch wenn „inzwischen der Stoff erheblich in die Breite und Tiefe gewachsen ist", wird jeder

doch bald erkennen müssen, daß die in Rede stehende Arbeitsrichtung, vor allem im Anschluß an physikalisch-chemische und kolloidchemische Fragen — besonders bezüglich des Strukturproblems der Materie und ihren Zuständen — ihre Entwicklung und Bedeutung erst gewinnen wird.

Das Studium der Untersuchung biologischer Objekte — im weitesten Sinne des Wortes — im polarisierten Lichte zu propagieren und in die Methoden einzuführen, ist Zweck des Buches von SCHMIDT. Nach aufmerksamer Lektüre des Buches wird wohl jeder dem Autor gerne bekennen, daß ihm das vorzüglich gelingt und daß er auch dem Fernestehenden — gleichgültig welcher Spezialdisziplin er angehört — ein immer steigerndes Interesse am Gegenstand abzugewinnen weiß. Ein warm geschriebenes Vorwort läßt erkennen, wie sehr der Autor mit dem Stoffe verwachsen ist und wie sehr gerade er als Führer und Ratgeber geeignet sein muß. Es wäre nur dem Buche und dem Autor als Lohn für seine Mühe zu wünschen, daß die „irrige Vorstellung, daß sehr tief gehende Kenntnisse in der theoretischen Optik nötig seien, um mit dem Polarisationsmikroskop erfolgreich zu arbeiten, Kenntnisse, die zu erwerben viel Zeit kosten, aus denen man aber wenig Nutzen ziehen könne“ bei Zoologen, Botanikern, Physiologen, Anatomen, Mikrobiologen usw. fallen möge. Die leider oft zu frühzeitig beginnende Spezialisierung selbst sehr junger wissenschaftlicher Arbeiter läßt diese eben übersehen, welche wichtige Hifsmittel sie sich ohne ein vielseitiges Vorarbeiten auch für ein gewähltes Spezialfach entgehen lassen, was nicht nur für physikal.-chemische, kolloidchemische und rein chemische Gebiete und Grenzgebiete zutrifft, sondern auch für die rein physikalischen Methoden, darunter für diese optische im besonderen.

Die klare, didaktisch oft vorzügliche Einführung in die Grundbegriffe kann vielleicht helfen, den Bann zu brechen, um das Polarisationsmikroskop in Laboratorien zu einem häufiger und ausgiebiger benutzten Instrument zu machen als es derzeit vielfach der Fall ist. — Auf einzelne Kapitel soll in dem Referat nicht näher eingegangen werden; für den Mikrobiologen kommen vor allem die über „Schalen und Skelette der Protozoen“ und „Alloplasmatische Bildungen des Tierkörpers“ bzw. der IV. Teil des Buches in Betracht. Da bei Studien über Strukturen, den Feinbau des Plasmas und seiner Stütz- und Skelettsubstanzen immer wieder Protozoen, herangezogen wurden, so genügte eigentlich diese Tatsache allein, um die Mikrobiologen an der Mitarbeit fundamentaler Probleme der Biologie zu interessieren, und den Ergebnissen, Ratschlägen, Winken und Anregungen des Autors volle Beachtung zu schenken. Daß SCHMIDT eine „auf eigene Untersuchungen gestützte Gesamtdarstellung unserer heutigen Kenntnisse über das Verhalten der Bausteine des Tierkörpers in polarisiertem Lichte innerhalb des Tierreiches gibt“, macht das Studium des Buches schon wegen der vielfachen Anregungen und der Literatur zu einschlägigen Fragen für jeden Biologen wertvoll.

Druck, Ausstattung und Figuren sind in jeder Hinsicht vorzüglich und, — was leider oft nur ein Gemeinplatz ist — man darf dieses Buch als ein Bedürfnis der Zeit ansprechen und muß ihm jene Verbreitung wünschen, die der Gegenstand und die Art der Darstellung sicher verdient.

JOS. GICKLHORN (Prag).

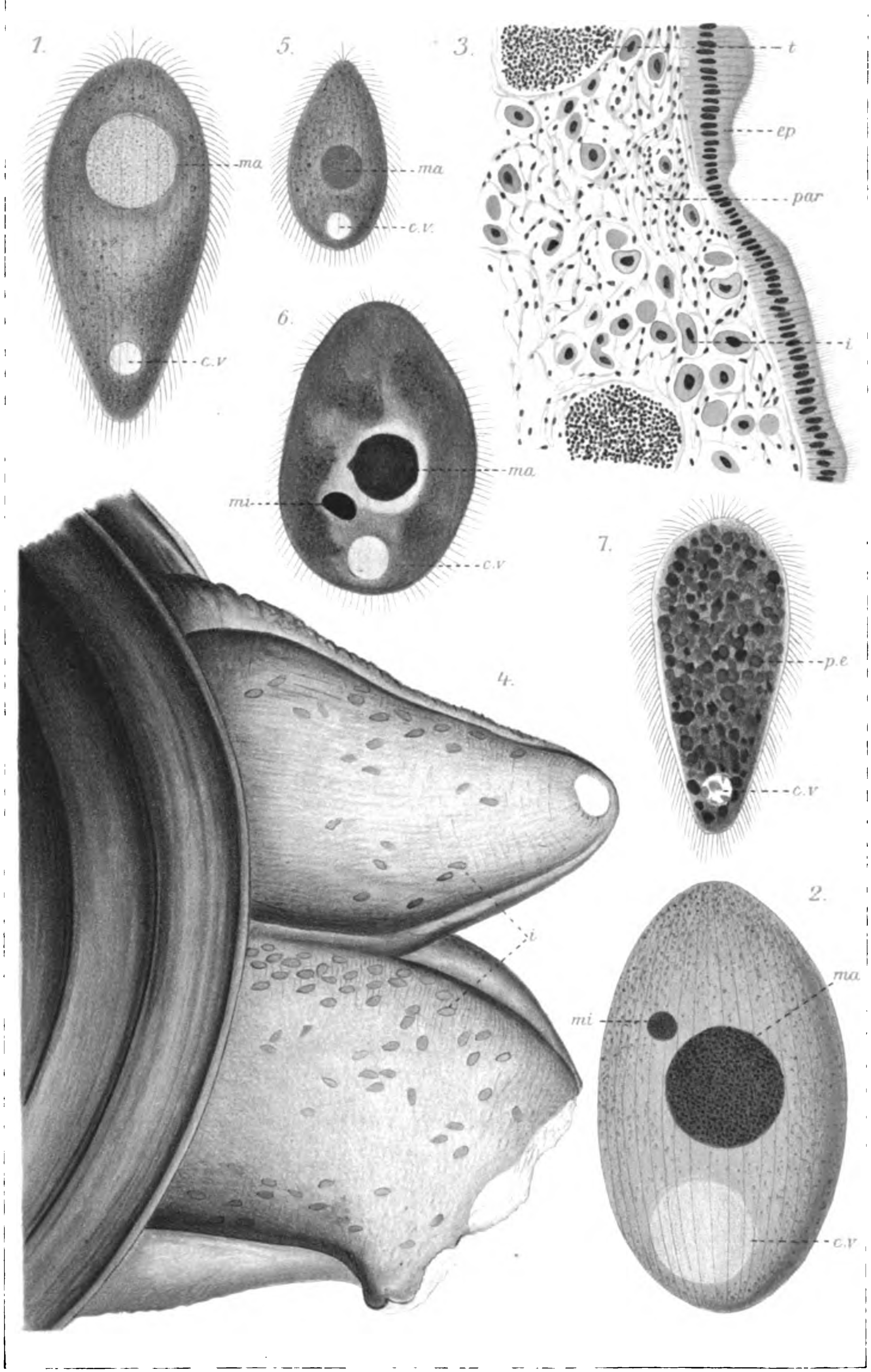
Brand

Verlag v. Gustav Fischer in Jena

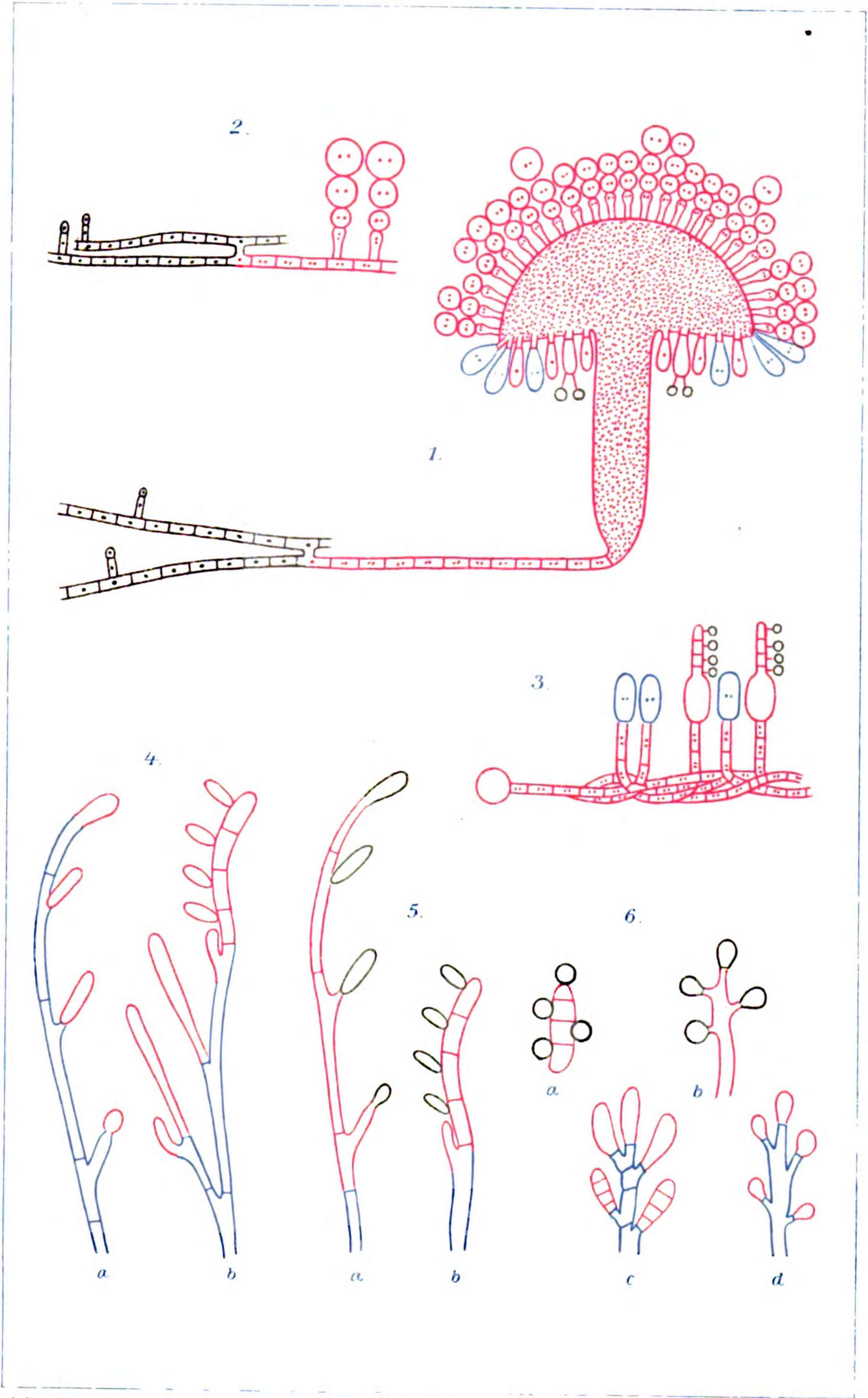


Geitler

Verlag von Gustav Fischer in Jena



gez. Gustav Fischer



Schwag gez. Verlag von Gustav Fischer in Jena. Lith. Anst. v. Johannes Arndt, Jena.

Aus dem Peterhofer Naturwissenschaftlichen Institut.
Vorstand Prof. V. Dogiel.

Drei neue parasitische Infusorien aus dem Parenchym einiger Mollusken und Turbellarien.

Von
J. I. Poljanskij.

(Hierzu Tafel 13.)

Fast alle zahlreichen Vertreter der Unterordnung Astomata sind Hohlraumparasiten tierischer Wirte.

Die größte Anzahl der Formen kommt auf Darmparasiten, (fam. Anoplophryidae Cépède, Discophryidae Cépède), Parasiten des Gefäßsystems der Crustaceen (fam. Collinidae Cépède), Parasiten der Leibeshöhle (fam. Herpetophryidae Cépède, fam. Perezellidae Cépède) u. a. Als einzigen echten Gewebsparasiten unter den Astomata kann man ebenfalls *Cepedella hepatica* Pojarkoff halten, welche in der Leber des Mollusks *Sphaerium corneum* L. schmarotzt und sich unmittelbar zwischen den Leberepithelzellen desselben aufhält.

Während meiner Arbeit in den Sommern 1923 und 1924 an dem Peterhofer Naturwissenschaftlichen Institut entdeckte ich in dem Parenchym der Repräsentanten zweier großer Gruppen parenchymatoser Tiere, Mollusken und Turbellarien, zur Unterordnung Astomata gehörige Infusorien. Diese Formen sind typische Gewebsparasiten, welche sich unmittelbar zwischen den Elementen der Gewebe ihrer Wirte aufhalten.

Material und Technik.

Die Infusorien wurden im Parenchym des Mollusks *Sphaerium corneum* L. und in demjenigen des zu den Rhabdocoela gehörigen *Stenostomum leucops* Ant. Dey. aufgefunden. Das Material von *Sphaerium corneum* wurde während der Frühlings- und Sommermonate 1923 und 1924 in Untersuchung genommen. Die Infusorien in *Stenostomum* und *Castrada* wurden erst im August 1924 wahrgenommen. Infizierte *Sphaerium corneum* kamen bei weitem nicht in allen in der Nähe des Instituts gelegenen Teichen vor. Mir gelang es, solche Exemplare nur in dem unter dem Namen Cristattella-Teich bekanntem Teiche und den mit ihm zusammenhängenden Wasserbehältern („Paludina-Teich“ und „Obstgarten-Teich“) aufzufinden, während in einer Reihe anderer Teiche das in ihnen sehr reichlich vorhandene *Sphaerium corneum* absolut nicht von Infusorien infiziert ist.

Infizierte *Stenostomum leucops* Exemplare wurden in demselben Cristatella-Teiche vorgefunden. Mit Infusorien infizierte *Castrada* fand ich in einem kleinen Bächlein in der Nähe des Histologischen Laboratoriums des Instituts.

Die Technik der Untersuchung bestand wesentlich im folgenden. Vor allen Dingen wurden die Infusorien in vivo untersucht. Zu diesem Zwecke wurden erstens Gewebsteilchen der infizierten Tiere isoliert (bei *Sphaerium*) oder das ganze Tier als Quetschpräparat in Untersuchung genommen (*Stenostomum* und *Castrada*). Es ist anzunehmen, daß hierbei die natürlichen Lebensbedingungen der Infusorien in genügendem Maße erhalten blieben, da dieselben nach wie vor sich in den Gewebsflüssigkeiten ihres Wirtes befanden und Wasser nur in verhältnismäßig geringer Menge hinzutrat.

Eine Reihe wertvoller Beobachtungen ergab zweitens die Untersuchung der Infusorien unmittelbar innerhalb ihres Wirtes ohne Verletzung seines Körpers. Solche Beobachtungen sind besonders leicht an *Stonostomum* und *Castrada* dank ihrer verhältnismäßigen Durchsichtigkeit durchzuführen; jedoch auch an *Sphaerium* erwies sich diese Beobachtungsweise als möglich, da sich die Infusorien unter anderem auch im Parenchym des Syphons vorfinden, wo es gelang sie unter dem binokulären Lupenmikroskop zu beobachten, ohne eine Sektion des Wirtes vorzunehmen.

Eine möglichst vollständige Erhaltung der natürlichen Bedingungen bei intravitaler Untersuchung der Astomata ist eine äußerst wichtige Vorbedingung, da sie bei stärkerer Änderung der

Außenbedingungen sehr leicht verschiedenartige Deformierung erleiden.

Außer der Untersuchung in vivo wurden folgende Fixierungs- und Färbungsmethoden angewandt. Mit einer Pinzette wurden aufs Deckglas Aufstriche gemacht, mit warmem oder kaltem Schaudinn's Gemisch fixiert und sodann mit Eisenhämatoxylin (nach Heidenhain), Hämalaun, Safranin, Biondi Gemisch oder Alaunkarmin gefärbt. Es wurden auch Schnittserien durch den Körper des Wirtstieres angefertigt, welche letztere zu diesem Zwecke mit Schaudinn's Flüssigkeit oder mit den Mischungen Carnoy, Carnoy-Gilson, Champy fixiert wurden. Letzterer Fixator ergab besonders günstige Resultate bei *Stenostomum.*

Alle drei von mir untersuchten Formen können in eine Gattung gestellt werden. Keine der Gattungsdiagnosen aller bisher bekannten Astomata entspricht dem Bau der zu beschreibenden Infusorien. Ich halte es deshalb für zulässig für dieselben eine neue Gattung aufzustellen, die ich zu Ehren meines Lehrers, des Herrn Prof. Dr. V. A. Dogiel zum Zeichen meiner Dankbarkeit und Hochachtung, *Dogielella* nov. gen. zu benennen vorschlage.

Die Stellung des Genus *Dogielella* im allgemeinen System der Astomata wird nachträglich einer Erörterung unterzogen werden.

Dogielella sphaerii, n. sp.

(Fig. 1—4.)

Der Körper ist birnförmig. Das vordere Ende ist breiter, als das hintere. Die Form ist jedoch nicht streng konstant. Es lassen sich zuweilen fast ovale Infusorien beobachten; zuweilen ist das hintere Ende sogar breiter als das vordere. Unter natürlichen Lebensverhältnissen d. h. während der Fortbewegung zwischen den Parenchymzellen des Wirtes, verändert sich die Körperform der Infusorien ziemlich bedeutend, infolge des Druckes der letzteren. Diese Veränderungen lassen sich in vivo im Parenchym des Syphons des Mollusks (Fig. 4) beobachten. Die Größe von *D. sphaerii* variiert in ziemlich weiten Grenzen. Die größte von mir beobachtete Länge = 100 μ, die kleinste = 40 μ. Die größte Breite (an der breitesten Körpertelle) = 54 μ, die kleinste = 25 μ. Am häufigsten kommen Exemplare von 60—80 μ Länge vor. Die großen Schwankungen in der Größe sind überhaupt, wie schon von einer Reihe Autoren vermerkt worden ist, für viele Astomata charakteristisch.

Das Ectoplasma stellt eine homogene Schicht von 1—1,2 μ Dicke vor.



Das Entoplasma erscheint feinkörnig und es fehlen in ihm jedwede bedeutende Einschlüsse. Der Körper der Infusorien ist dicht mit Wimpern bedeckt. Sie sind in Reihen angeordnet, die sich der Länge nach von dem vorderen zum hinteren Ende hinziehen. Die Anzahl der Wimperreihen beträgt gegen 30—40. Der Abstand zwischen den Reihen beträgt etwas über 1 μ; die Länge der Wimpern 4—5 μ. An den mit Heidenhain's Eisenhämatoxylin gefärbten Schnitten gelang es die Basalkörper der Wimpern wahrzunehmen, die eine, in perpendikulären Richtung zur Körperoberfläche des Tieres etwas gestreckte Form besitzen und im Ectoplasma liegen.

Am Hinterende des Körpers befindet sich die einzige kontraktile Vakuole.

Der einzige mehr oder minder kugelförmige Macronucleus ist näher zum breiten Vorderende des Körpers gelegen (Fig. 1). Er besitzt eine für *Holotricha* typische feinkörnige Struktur (Fig. 2). Nucleolen sind nicht vorhanden. Bei der Fixierung hebt sich die Hülle des Kerns gewöhnlich (jedoch nicht immer) von dem Inhalte ab und ist dann deutlich sichtbar. Die Größe des Macronucleus beträgt 10—15 μ (die Messungen wurden an fixiertem Material vorgenommen).

Der kugelförmige Micronucleus, 3—3,5 μ im Durchmesser, befindet sich in unmittelbarer Nähe des Macronucleus und zwar vor, neben oder hinter ihm. Zuweilen gelingt es an mit Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten die äußerst feinkörnige Struktur und die Hülle des Micronucleus wahrzunehmen. In seltenen Fällen beobachtete ich Infusorien mit zwei Micronuclei. Möglicherweise entstehen solche Formen als Resultat eines unregelmäßigen Verlaufes der vorhergegangener Conjugation, deren Beschreibung ich eine besondere Arbeit zu widmen beabsichtige. Die Vermehrung geschieht durch Querteilung. Bei der Teilung verläßt der Micronucleus seine Stelle in der Nähe des Macronucleus und tritt an die Peripherie des Infusorienkörpers heran. Wie schon oben erwähnt, hält sich *D. sphaerii* unmittelbar zwischen den Elementen des Parenchyms des Wirtes auf (Fig. 3). Bei stark infizierten Exemplaren von *Sphaerium* ist das ganze Parenchym mit Infusorien geradezu vollgepropft. In einigen Abschnitten des Molluskenkörpers sind sie besonders zahlreich. Solche Abschnitte sind die Zwischenräume zwischen den Leberteilchen, Parenchymgebiete in der Nähe der Nieren- und Blutgefäße und unmittelbar unter dem Epithel der Bruttaschen. Wahrscheinlich wird die Ansammlung von Infusorien in diesen Gebieten durch besonders günstige Nahrungsbedingungen hervorgerufen. Im Fuß

nisten sich die Infusorien zuweilen recht tief zwischen den Muskelfasern ein. Dabei erleiden ihre Körperformen durch den Druck der umgebenden Gewebe mitunter eine ziemlich bedeutende Deformation. In den angeführten Körpergebieten des Wirtes ist die Ansammlung von Infusorien zuweilen so bedeutend, daß sie hart aneinander liegen. Niemals ist es mir gelungen *D. sphaerii* in Hohlräumen irgendwelcher Organe des Wirtes zu beobachten. Verhältnismäßig wenig zahlreich sind die Infusorien in den die Gonade umgebenden Parenchymansammlungen. Sowohl Testes wie Ovarium haben ein vollkommen normales Aussehen. Sogar bei äußerst stark infizierten Mollusken gelang es in den Ovarien in verschiedenen Wachstumsstadien befindliche Eizellen sowie Embryonen in jedem Entwicklungsstadium zu konstatieren. Offenbar beeinflußt die Infusorien-Infektion überhaupt nicht, oder so gut wie nicht die Fortpflanzungstätigkeit des Wirtes. Zur Prüfung dieser Annahme habe ich die Anzahl von Embryonen, welche bei Sektion geschlechtsreifer *Sphaerium corneum* aus der Mantelhöhle herausfielen, gezählt, und zwar bei stark, schwach und überhaupt nicht mit Infusorien infizierten Exemplaren. In allen drei Fällen erwies sich die Anzahl der Embryonen als durchschnittlich dieselbe. Bei Beobachtung der Größe, Form und des Verhaltens, sowie beim Vergleich des histologischen Bildes auf Schnitten, sowohl infizierter als nichtinfizierter Mollusken, konnte ich durchaus keinen Unterschied zwischen diesen und jenen bemerken. Es macht den Eindruck als übten die Parasiten gar keinen schädlichen Einfluß auf ihren Wirt aus. Im letzten Kapitel seines großen Werkes über Astomata untersucht Cépède die Frage über den Einfluß dieser parasitischen Infusorien in verschiedenen Fällen auf ihren Wirt. Er stellt die Tatsache fest, daß die Mehrzahl der Astomata, außer den Parasiten des Darmkanals, in größerem oder geringerem Maße schädlich auf ihre Wirte einwirken. Indem er auf die Frage über den Einfluß von *Protophrya ovicola* Kofoid, die im Uterus der *Littorina rudis* Donov. schmarotzt, auf die sich entwickelnden Embryonen der letzteren, näher eingeht, kommt er zu dem Schluß, daß der Einfluß der Infusorien, der sich äußerlich in Unregelmäßigkeiten der Muschelwindung kund gibt, augenscheinlich auf zwei die Milieuverhältnisse im Uterus verändernden Ursachen beruht. Einerseits entnehmen die *Protophrya* aus ihrer Umgebung die zur Entwicklung der Embryonen nötigen Stoffe, andererseits bringen sie jedoch ihre eigenen Stoffwechselprodukte hinein, welche auf den sich im Uterus entwickelten Nachwuchs nachteilig einwirken.

In dem Falle von *D. sphaerii* ist eine schädliche Einwirkung

der Stoffwechselprodukte der Infusorien wahrscheinlich nicht vorhanden. Wir sehen hier ein Beispiel engster gegenseitiger Anpassung von Parasit und Wirt, wo sich zwischen beiden der Zustand eines ziemlich stabilen Gleichgewichtes einstellt, das auf die Entwicklung der beiden Komponenten nicht hindernd einwirkt. In einigen Fällen kann jedoch dieses Gleichgewicht gestört werden und führt dann zum Untergang zuerst des Wirtes und nachher des Schmarotzers. Eine solche Störung tritt ein im Falle einer übermäßigen Vermehrung der Infusorien, wenn der Körper des Mollusks mit ihnen gleichsam überfüllt wird. Hierbei gehen die Sphärien zugrunde, vermutlich wegen eintretender Erschöpfung und vielleicht auch durch mechanischen Druck auf ihre Organe. Wenn hier, wie bei *Protophrya*, eine schädliche Wirkung der Stoffwechselprodukte der Infusorien stattfinden würde, so müßte sich dieselbe schon früher äußern, noch bevor die Anzahl der Infusorien ihr Maximum erreicht hat, was wir aber in Wirklichkeit nicht beobachten.

Die angeführten Erwägungen finden ihre Bestätigung in folgenden Tatsachen. Von Mai bis Ende Juli fand ich im Cristatella-Teiche neben einander sowohl mit Infusorien infizierte, wie nichtinfizierte Mollusken, wobei zwischen diesen und jenen kein Unterschied bestand. Ende Juli begannen die infizierten Mollusken plötzlich massenweise zugrunde zu gehen, was mit dem Maximum der Vermehrung von *D. sphaerii* zusammenfiel. In den benachbarten Bassins (Paludina- und Obstgarten-Teiche), wo die Infusorien in den Mollusken nicht zu so massenhafter Vermehrung kamen, obwohl sie immerhin sehr zahlreich waren, wurde ein Zugrundegehen von *Sphaerium* nicht beobachtet und bis in den Spätherbst hinein machte sich durchaus kein Unterschied zwischen infizierten und nichtinfizierten Mollusken bemerkbar.

Im Frühling, Anfang Mai, ist die Infusorienanzahl und der Prozentsatz der Infektion gering. Mit der Zeit wächst allmählich einerseits der Prozentsatz der infizierten Mollusken, andererseits die Anzahl der auf jedes infizierte Exemplar kommenden Infusorien. Die Entwicklung des Parasiten erreicht ihr Maximum im Juli und Anfang August.

Monat	Zahl der *Sphaerium*	Zahl der infizierten	Zahl der nichtinfizierten	Proz. der Infektion
Mai	26	4	22	15
Juni	132	88	45	66
Juli	59	52	7	88

Vorstehende Tabelle stellt das allmähliche Anwachsen des Prozentsatzes der Infektion von geschlechtsreifen Sphärien im Cristatella-Teich im Jahre 1924 dar.

Von Juni an wurde in vielen infizierten Mollusken eine reichliche Conjugation von *D. sphaerii* beobachtet. Konjugierende Pärchen waren bis Mitte August anzutreffen; nachher schwand die Conjugationsperiode.

Im Herbst fällt allmählich die Anzahl der Infusorien in den Mollusken. Am 1. November 1924 erwiesen sich von 16 sezierten Sphärien nur 4 infiziert, dabei in geringem Grade. Somit entspricht das Bild der Infektion im Herbst demjenigen, das wir am Anfang des Frühjahres vorfinden.

Der größte Prozentsatz von infizierten Mollusken entfällt auf große geschlechtsreife Exemplare. Kleine Exemplare (1—3 mm) sind bedeutend schwächer infiziert. So waren im Juli 1924 im Cristatella-Teiche gegen 80 Proz. der großen Mollusken mit *D. sphaerii* infiziert, während von den kleinen nur gegen 8 Proz. infiziert waren.

Die Infektion kann, wie es scheint, zweierlei Wege einschlagen. Nur einen dieser Wege gelang es mir in mehr oder weniger erschöpfender Weise zu verfolgen. Er besteht in der Übertragung des *D. sphaerii* von dem Mutterorganismus auf die sich in den Bruttaschen entwickelnden Embryonen. Doch ist diese Art der Infektion sehr wenig verbreitet. Nur ein einziges Mal gelang es mir auf Schnitten *D. sphaerii* in den in Entwicklung befindlichen Embryonen zu beobachten. Auf eine geringe Verbreitung dieser Art der Infektion weist ebenfalls der geringe Prozentsatz der mit Infusorien infizierten unter kleinen Exemplaren hin, die unlängst die Kiemenhöhle des Mutterorganismus verlassen haben. Offenbar ist der andere Weg, derjenige des Überganges der Infusorien von einem freilebenden Mollusken auf den anderen, der verbreitetere. Daß ein solches Hinübergehen zweifellos stattfindet, zeigt die Tatsache des allmählichen Anwachsens des Prozentsatzes der Infektion im Laufe der Sommermonate, wie schon oben erwähnt wurde. In welcher Weise dieses Übergehen stattfindet, ist mir unklar. In Teichwasser gesetzt kommt *D. sphaerii* sehr schnell um, so daß die Infektion mit Hilfe von gegen den schädlichen Einfluß des Süßwassers widerstandsfähigen Stadien geschehen muß. Jedoch ist es mir kein Mal gelungen bei *D. sphaerii* die Bildung von Cysten zu beobachten.

Dogielella minuta n. sp.
(Fig. 5—6.)

Der Körper ist birnförmig, das Vorderende verjüngt, und das Hinterende — breit auslaufend. Die größte beobachtete Länge betrug 28 μ, die kleinste — 12 μ; die größte Breite — 20 μ, die kleinste — 20 μ. Die am häufigsten vorkommenden Exemplare besitzen eine Körperlänge von 20—25 μ. Das Ectoplasma bildet eine homogene Schicht von 0,5 μ. Auf Schnitten sind die Basalkörper der Wimpern gut sichtbar. Das Entoplasma erscheint an lebenden Infusorien feinkörnig strukturiert, wobei irgendwelche Einschlüsse sich nicht nachweisen lassen. Die Wimpern sind in Längsreihen angeordnet. Die Anzahl der Wimperreihen ist kleiner als bei *D. sphaerii.* Genaue Abzählung derselben gelang wegen der geringen Dimensionen des Objektes nicht. Die Länge der Wimpern beträgt gegen 4 μ. Die einzige kontraktile Vakuole ist am hinteren verbreiterten Körperende gelegen. Der sphärische Macronucleus ist in der Körpermitte gelegen; sein Durchmesser beträgt gegen 9 μ. Auf Schnitten konnte die feinkörnige Struktur des Macronucleus wahrgenommen werden. Bei Fixierung schrumpft der Inhalt des Macronucleus, trennt sich oft von seiner Hülle ab und ballt sich zu einer kompakten Masse zusammen. Einige Teilchen des Chromatins können sich hierbei an der losgelösten Hülle des Kernes festsetzen. Bei Betrachtung solcher Bilder entsteht der Eindruck, daß der Macronucleus aus einer zentralen homogenen durch Kernfarben intensiv sich färbenden Masse und aus feinen Chromatinkörnern, die der Kernhülle angehören, besteht. Die Durchsicht einer genügenden Anzahl von Präparaten und lebendigen Infusorien führt zu der keinen Zweifel aufkommen lassenden Überzeugung, daß eine solche für den Kern der Holotricha ungewöhnliche Struktur ein Artefaktum ist und das Chromatin in Wirklichkeit in Form von feinen Körnern gleichmäßig verteilt ist. Eine jüngst erschienene Arbeit zweier Amerikaner veranlaßt mich auf diesen Artefaktstrukturen etwas zu verweilen, wie aus folgendem zu verstehen sein wird.

Der Micronucleus *D. minuta* überrascht durch seine Größe im Verhältnis zur Größe des Infusors. Seine Form ist sphärisch oder elliptisch. Sein größter Durchmesser erreicht 4 μ, sein kleinster 3 μ. In gefärbten Präparaten erscheint der Micronucleus homogen und ist in unmittelbarer Nähe des Macronucleus gelegen, ohne jedoch an eine bestimmte Stelle in bezug auf letzteren gebunden zu sein.

D. minuta wurde von mir im Parenchym von *Stenostomum leucops*

beobachtet. Im allgemeinen ist sie in allen Körperregionen des Wurmes anzutreffen, doch ließ sich gewöhnlich eine besonders große Menge von Infusorien in dem den Schlund umgebenden Parenchym und zuweilen auch in der Nähe des Hinterendes nachweisen. Dieses läßt sich vermutlich dadurch erklären, daß an diesen Stellen eine besonders große Ansammlung des Parenchym sich nachweisen läßt, während in anderen Regionen des Wirtskörpers dessen Schicht zwischen der Darmwand und derjenigen des Körpers so dünn ist, daß in ihr nicht mehr als ein Infusor Platz hat. Stellenweise, wo die Ansammlung von Infusorien bedeutender ist, lassen sich Eindrücke der Darmwand nach innen konstatieren. In einem von fünf Fällen konnte ich sogar an einer Stelle den Durchbruch der Darmwand und das Eindringen von *D. minuta* in das Innere des Darmes beobachten. Dieser Fall ist eher als eine Anomalie anzusehen, welche bei übermäßiger Vermehrung der Infusorien im Innern des Wirtes eintritt und nicht als Regel anzusehen ist.

Über den Einfluß von *D. minuta* auf den Wirt, läßt sich dasselbe sagen, was oben bezüglich *D. sphaerii* bemerkt wurde. Irgendwelche Unterschiede in Struktur, Größe und Verhalten ist zwischen den infizierten und nichtinfizierten Würmern nicht zu beobachten.

Die Anzahl der auf einen Wurm kommenden Infusorien ist bisweilen sehr bedeutend, so daß das ganze Parenchym von *Stenostomum* von ihnen überfüllt ist. Der Prozentsatz, der infizierten Würmer im Cristatella-Teiche ist unter 10. Auf welchem Wege die Infektion erfolgt, ist unbekannt. Bei der ungeschlechtlichen Vermehrung von *Stenostomum* verteilen sich die Infusorien natürlich zwischen den Tochterindividuen.

In der Dezembernummer des „Journal of Parasitology“ von 1923 beschreiben Wm. A. Kepner and K. P. Carroll ein parasitisches Infusor aus dem Parenchym von *Stenostomum leucops* und rechnen es zum Genus *Holophrya* unter dem Namen *Holophrya virginia.* Wie bekannt, wird das Genus *Holophrya* durch die terminal gelegene Mundöffnung charakterisiert. Über die Mundöffnung bei *Holophrya virginia* schreiben die Autoren: „The terminal mouth lacked pharyngeal rods and other membranes (! ?) and was closed when the animal was not feeding“. Allein die Autoren geben nicht an, ob sie jemals den Prozent des Hinunterschluckens von Nahrung und Nahrungsvakuolen im Körper des von ihnen beschriebenen Infusors beobachtet haben. Im Gegenteil, einige Zeilen vorher geben sie zu verstehen, daß *Holophrya virginia* sich auf osmotischem Wege ernährt (Ende S. 99 und Anfang S. 100). Auf der Abbildung von *Holophrya virginia,*

finden wir keine Spur einer Mundöffnung. Auf die Abbildung und die Beschreibung der Autoren gestützt, scheint es mir also möglich an dem Vorhandensein einer nur im Augenblicke des Ergreifens der Nahrung sichtbaren Mundöffnung bei einer sich, wie es scheint, osmotisch nährenden Form zu zweifeln und anzunehmen, daß die Autoren es nicht mit einem Vertreter des Genus *Holophrya*, sondern einem der Unterordnung Astomata zuzurechnenden Infusor zu tun hatten. Die Beschreibung der Morphologie von *Holophrya virginia* ruft beim Leser eine Reihe von Bedenken hervor. So schreiben die Autoren: „concentric myonemes ran lengthwise“, dabei ist aus der beigegebenen Abbildung deutlich ersichtlich, daß nicht von Myonemen, sondern von längslaufenden Rinnen der Pellicula die Rede ist, in welchen die von vorn nach hinten sich ziehenden Wimperreihen gelegen sind. Über den Bau des Macronucleus lesen wir folgendes: „the most conspicuous feature of this meganucleus was a large spheroidal chromatic body, which lay eccentric“. Eine solche für *Holotricha* paradoxe Struktur des Großkerns durfte offenbar ihre Erklärung darin finden, daß die Autoren es mit einem zweifellosen Artefaktum zu tun hatten — der Loslösung des Kerninhaltes von der Hülle während der Fixierung, worüber man mit großer Wahrscheinlichkeit nach den von ihnen beigefügten Abbildungen urteilen kann. Die Entstehungsursache solcher Artefakten ist von mir im Vorgehenden genügend ausführlich für *D. minuta* aufgeklärt worden.

Auf Grund der vorhergehenden Erörterungen erscheint es mir als sehr wahrscheinlich, daß *Holophrya virginia* Kepner and Carroll eine *D. minuta* mihi sehr nahe stehende Form darstellt. Zu einer Identifikation dieser beiden Formen kann ich mich aber nicht entschließen, da *Holophrya virginia* nach der Beschreibung der Autoren sich durch ihre Größe (40—50 μ) und die Länge der Wimpern von *D. minuta* unterscheidet.

Dogielella globulifera n. sp.
(Fig. 7.)

Körper birnförmig. Vorderende breiter als das Hinterende. Beobachtete Länge 60—82 μ, Breite (am vorderen Ende) 25—35 μ. Ectoplasma in Gestalt einer dünnen homogenen Schicht. Entoplasma durchweg mit kugelförmigen Einschlüssen angefüllt, die den Körper des Infusors vollständig undurchsichtig machen. Der Durchmesser der Einschlüsse erreicht 5 μ. Ihrer chemischen Natur nach sind diese Einlagerungen wahrscheinlich Eiweißcharakter tragende Körper, da sie einerseits keine Reaktion auf Fett, Glykogen und

Stärke geben und andererseits sich gut mit Eisenhämatoxylin und Karmin färben lassen. Augenscheinlich sind diese kugelförmigen Gebilde Reservestoffe. Auf zerquetschten und mit Alaunkarmin gefärbten Präparaten kann innerhalb der kugelförmigen Einschlüsse eine sekundäre Körnigkeit beobachtet werden. Die Wimpern sind in Längsreihen geordnet. Die einzige Vakuole ist am Hinterende des Körpers gelegen. Der kugelförmige Macronucleus liegt ungefähr in der Mitte des Körpers. Den Micronucleus habe ich nicht gesehen. Die Fortpflanzung erfolgt durch Querteilung.

D. globulifera schmarotzt im Parenchym von *Castrada sp.* Dank den verhältnismäßig großen Dimensionen dieses Infusors ist die Anzahl von Exemplaren, die auf einen Wurm kommt, geringer als dieses bei *Dogielella minuta* der Fall ist. Ein wahrnehmbarer Einfluß auf den Wirt läßt sich bei diesem Parasiten nicht nachweisen.

Alles auf den vorhergehenden Seiten Gesagte zusammenfassend, kann der Genus *Dogielella* mihi in den Rahmen folgender Diagnose gebracht werden: Körper birnförmig. Wimpern in Reihen geordnet, die der Längsachse des Körpers parallel laufen. Eine kontraktile Vakuole am Hinterende des Körpers. Ein kugelförmiger Macronucleus. Der sphärische oder elliptische Micronucleus in der Nähe des Macronucleus gelegen. Parasiten des Parenchyms von Platodes und Molluska.

Stellung des Genus *Dogielella* mihi im System der Astomata.

Der einzige Autor, welcher die Systematik der Infusoria Astomata mit genügender Ausführlichkeit und Objektivität ausgearbeitet hat, ist Casimir Cépède (l. c.). Es werden von ihm 11 Familien Astomata aufgestellt. Nach eingehendem Studium der Charakteristiken und Diagnosen der von Cépède aufgestellten Familien, müssen wir konstatieren, daß *Dogielella* mihi keiner derselben entspricht.

Vielleicht muß Cépède der Vorwurf gemacht werden, das er in die Charakteristik der von ihm für die Astomata aufgestellten Familien, von denen einige nur ein Genus mit einer einzigen Spezies umfassen, Merkmale einführt, die ihrem Wesen nach nur auf die Gattung resp. sogar nur auf die Art Bezugnahme haben. Da ich keine genügende Veranlassung sehe, das Genus *Dogielella* in eine besondere Familie auszuscheiden, so will ich mir erlauben die Diagnose der Familie Perezellidae Cépède zu erweitern. Bis jetzt umfaßt sie nur ein Genus *Perezella* Cépède mit einer

Spezies *Perezella pelagica* Cépède, die in der Körperhöhle einiger pelagischer Copepoden parasitiert. Von allen übrigen Astomata schließt sich ihr das Genus *Dogielella* am nächsten an. Ich zitiere die von Cépède (S. 575) gegebene Charakteristik der Familie Perezellidae: „Infusoire astome, vivant dans la cavité génèrale des Copèpodes pelagiques; de petite taille (40 μ) Ciliation assez uniforme; stries d'insertion ciliaire assez distantes. Ectoplasme peu épais: Endoplasme granuleux, à globules glycogéniques et graisseux. Macronucleus en éllipse plus on moins allongé. Micronucleus sphérique à l'état statique. Vakuole unique postérieur". In diese Diagnose können, wie mir scheint, der Hinweis auf Wohnort, Größe und Charakter der Einschlüsse im Plasma nicht als Merkmale einer Familie dienen, da sie zur Gruppe der Gattungs- und Artmerkmale gehören. Indem wir sie ausschließen, erhalten wir folgende Diagnose der Familie Perezellidae, die ich in Vorschlag bringe: Mundöffnung fehlt. Wimpern auf dem ganzen Körper von gleicher Länge in Reihen geordnet und parallel der Längsachse des Körpers verlaufend. Macronucleus sphärisch, elliptisch oder etwas länglich. Micronucleus sphärisch oder elliptisch. Eine kontraktile Vakuole am hinterem Körperende. Bei solcher Formulierung paßt in die Familie Perezellidae sowohl das Genus *Perezella* wie auch *Dogielella* hinein, zu der ich sie auch rechne.

Zum Schlusse halte ich es für meine angenehme Pflicht Herrn Prof. Dr. V. A. Dogiel, für die meiner Arbeit geschenkte Aufmerksamkeit und die äußerst wertvollen Ratschläge, derer ich mich erfreute, meinen tief gefühlten Dank auszusprechen. Meine aufrichtige Verbindlichkeit drücke ich gleichfalls Herrn Privatdozent J. J. Sokoloff aus, der in verbindlichster Weise die Abbildung des Syphons eines infizierten *Sphaerium corneum* ausgeführt hat. Meinen Dank spreche ich hiermit ebenfalls meinen Kollegen Frl. R. Malkina und Herrn A. A. Strelkoff, welche zuerst meine Aufmerksamkeit auf die Anwesenheit von endoparasitischen Infusorien im Parenchym von *Stenostomum* und *Castrada* gelenkt haben.

Leningrad, Dezember 1924.

Literaturverzeichnis.

Cépède, C. (1910): Recherches sur les Infusoires Astomes. Arch. de zool. exp. et gén. 5. sér. T. 3 p. 341—609.

Cépède, C. et Pojarkoff (1909): Sur un Infusoire astome, Cepedella hepatica Pojark. parasite du foie des Cyclas (S. corneum L.). Bull. Soc. Fr. Belg. T. 43 fasc. 4 p. 463—475.

Pojarkoff, E. (1909): Cepedella hepatica, cilié astome, nouveau parasite du foie des Cyclas. C. R. Séance de la Soc. de Biol. T. 46 p. 96.

Kepner, W. A. and Carroll, R. P. (1923): A ciliate endoparasitic in Stenostoma leucops. The Journ. of Parasitology Vol. 10, December 1923.

Tafelerklärung.

Erklärungen der Abbildungen.

ma = Macronucleus.
mi = Micronucleus.
cv = kontraktile Vakuole.
ep = Epithelzellen des Darms.
t = Testes.
p = Parenchym.
p. e. = Plasmaeinschlüsse.

Tafel 13.

Fig. 1. *Dogielella sphaerii.* Nach einem lebenden Exemplar. Zeiss Obj. D. D., Comp. Oc. 6, Tubuslänge 160 mm. Niveau des Arbeitstisches.

Fig. 2. *Dogielella sphaerii.* Nach einem Eisenhämatoxylinpräparat. Zeiss Apochrom. homog. Immers. 2 mm, Comp. Oc. 8, Tubuslänge 160 mm. Niveau des Arbeitstisches.

Fig. 3. Schnitt durch ein infiziertes *Sphaerium corneum.* Eisenhämatoxylin. Zeiss Apochrom. 16 mm, Comp. Oc. 4, Tubuslänge 160 mm. Niveau des Arbeitstisches.

Fig. 4. Der Syphon eines infizierten *Sphaerium corneum.* Gezeichnet mit Hilfe einer Leitz'schen binocularen Lupe.

Fig. 5. *Dogielella minuta.* Nach einem lebenden Exemplar. (Zeiss Obj. D. D., Comp. Oc. 6.) × 2. Tubuslänge 160 mm. Niveau des Arbeitstisches.

Fig. 6. *Dogielella minuta.* Nach einem Eisenhämatoxylinpräparat. Zeiss Apochrom. 2 mm, Comp. Oc. 8, Tubuslänge 160 mm. Niveau des Arbeitstisches.

Fig. 7. *Dogielella globulifera.* Nach einem lebenden Exemplar. Zeiss Obj. D. D., Comp. Oc. 6, Tubuslänge 160 mm. Niveau des Arbeitstisches.

(Aus dem Laboratorium für Tropenhygiene des Instituts für Tropenmedizin in Leiden.
Direktor: Prof. P. C. FLU.)

Was ist *Rickettsia melophagi?*

Von

Dr. **P. H. van Thiel**, Konservator.

(Hierzu 1 Textfigur.)

Noch immer ist die Ätiologie des Fleckfiebers ungenügend bekannt. Wohl ist es sicher, daß die Kleiderlaus der Überträger des pathogenen Agens ist, aber über die Natur des letzten sind die Meinungen noch nicht dieselben. Die Ansicht, welche am heutigen Tage am besten fundiert ist und die sich besonders stützt auf die Untersuchungen am krankheitsübertragenden Insekt, ist die, bei welcher ein Microorganismus, *Rickettsia prowazeki* DA ROCHA LIMA, als der Erreger erkannt wird. Von vielen Autoren wird nun wohl nicht die Existenz dieser *Rickettsia* in der Laus bezweifelt, aber sie deuten es als ein Phänomen, das die Anwesenheit des noch unbekannten Virus begleitet. Es ist selbstredend, daß alsdann an der Natur der *Rickettsia* als Organismus gezweifelt wird. WOODCOCK hat diese Meinung wohl am schärfsten vertreten.

Außer *Rickettsia prowazeki* in der Laus sind noch *Rickettsia*-Arten beschrieben worden als fast immer nicht pathogene Organismen bei mehreren Arthropodengruppen. Fast immer kommen sie intracellulär vor, nur *Rickettsia pediculi* in der Kleiderlaus und *Rickettsia melophagi* in *Melophagus ovinus*, der Schaflausfliege, sind in der Regel extracellulär gelegen. Wie WOODCOCK gezweifelt hat an die Natur der

---

[1]) Nach einem Vortrag, gehalten im Niederländischen Verein für Microbiologie zu Utrecht am 24. Januar 1925.



Rickettsia prowazeki als Organismus, so glaubt er auch die Existenz einer *Rickettsia melophagi* bestreiten zu dürfen.

Bekanntlich kommen neben den *Rickettsia melophagi*, die in parallelen Reihen auf dem Magenepithel gelagert sind, in einer ganz großen Prozentzahl der Schaflausfliegen Crithidien vor, Entwicklungsstadien des von WOODCOCK entdeckten *Trypanosoma melophagium* (FLU), das im Schafblut lebt. Früher glaubte man, daß die Crithidien, die 1908 von FLU *Crithidia melophagia* genannt wurden, von Insekt auf Insekt übergehen würden, entweder im Kot mittels Cysten (PORTER, CHATTON und DELANOË), oder mittels der Ovarien und der Progenitur (SWINGLE und PORTER). Seit den Forschungen von WOODCOCK, NÖLLER, KLEINE, aber besonders von den Untersuchungen von HOARE (1922), ist der Beweis fast erbracht worden, daß *Crithidia melophagia* nichts anderes ist als ein Entwicklungsstadium des *Trypanosoma melophagium*. Im Enddarm können diese *Crithidia*-Formen sich in *Trypanosoma*-Formen verändern, wie von HOARE gefunden wurde und wie ich habe bestätigen können.

Wie bereits bemerkt, ist es WOODCOCK, der die Natur der *Rickettsia melophagi* als Organismus bezweifelt. Er weist auf das Vorkommen in den Crithidien von zahlreichen sich nach GIEMSA metachromatisch färbenden Körnchen hin, welche nur Produkte einer infolge von Übervölkerung von Crithidien verursachten abnormalen unvollkommenen Verdauung des in den Flagellaten aufgenommenen Schafblutes seien. Durch dieselbe Ursache würden die Crithidien absterben und die metachromatischen Körnchen frei werden. Die Degeneration der Flagellaten würde sich auch äußern in einem Auseinanderfallen des Kernes in Körnchen, die noch durch die Form, noch durch Farbereaktionen zu unterscheiden sein würden von Rickettsien und den übrigen in den Flagellaten sich findenden Körnchen. Diese Meinung würde weiter gestützt werden von den folgenden Tatsachen: 1. Die Crithidien, wie die Rickettsien sind in parallelen Reihen senkrecht zur Cuticula der Magenepithelzellen gelagert, also in derselben Lage wie die Crithidien. 2. Die Rickettsien sind in Ausstrichpräparaten meistens in Klumpen zusammen zu finden. Wenn Agglutinationsrosetten von Crithidien, welche nur bei Degeneration derselben auftreten, völlig degenerieren, würde diese Lagerung in Klumpen erklärt sein. Die von NÖLLER in den Kulturen auf Traubenzucker-Pferdeblutagar-Platten isolierten *Rickettsia*-Haufen würden nur degenerierte Crithidienhaufen sein. 3. NÖLLER kultivierte die Rickettsien im selben Nährboden wie die Crithidien. Die Resultate NÖLLER's würden also sehr lückenhaft sein.

Das intracelluläre Vorkommen von *Rickettsia melophagi* erklärt Woodcock 1. durch Caryolysis, wodurch die Abbruchprodukte des Kernes der Magenepithelzellen im Zellplasma gefunden würden; 2. durch Ingestion der auf den genannten Zellen gelegenen Produkte, d. i. der extracellulären Rickettsien.

Bei der Untersuchung über die Richtigkeit der Vorstellung von Woodcock muß man also erst wissen, welcher Natur die metachromatischen Körnchen in den Crithidien sind. Woodcock glaubt mit Minchin, daß sie deutlich verschieden sind von anderswo beschriebenen Volutinkörperchen, ohne aber eine Erklärung zu geben, also ohne die typischen Reaktionen auf Volutin gemacht zu haben. Volutinkörperchen sind Körnchen, die sich nach Giemsa metachromatisch färben und eine Anzahl Reaktionen nach Meyer zeigen. Meyer gab den Namen Volutin in Veranlassung des frequenten Vorkommens dieser Körnchen bei *Spirillum volutans.* Aus mehreren Ursachen tut man aber gut (wie Guilliermond), von Metachromatin statt Volutin zu sprechen.

Wird jetzt ein Ausstrichpräparat des Darminhaltes eines *Melophagus* gemacht und die Metachromatin-Reaktionen nach Meyer angewendet, z. B. die vornehmste mittels Methylenblau und 1 proz. Schwefelsäure, dann zeigt es sich, daß diese Reaktion stark positiv verläuft für die Körnchen in den Crithidien, die in einer großen Prozentzahl damit versehen sind, während die Rickettsien wie alles übrige im Präparat ungefärbt bleibt (oder hellblau bleibt vor dem Ausziehen des Methylenblau mit Schwefelsäure). Diese Tatsache ist schon die Ursache, daß die Rickettsien nicht ohne weiteres mit den Körnchen in den Flagellaten in eine Linie gestellt werden dürfen. Noch besser leuchtet dies hervor aus dem folgenden: Wird dasselbe mit Methylenblau gefärbte Präparat jetzt mit 5 proz. Natriumkarbonatlösung übergossen, dann werden die Metachromatinkörnchen gelöst, was deutlich demonstriert wird bei nachfolgender Methylen- oder Giemsafärbung. Dann ist keine Spur dieser Körnchen mehr in den Flagellaten wieder zu finden, die Rickettsien sind aber wie vorher ungeändert anwesend. Weiter gibt es eine Differenz in Form zwischen den Rickettsien und den Metachromatinkörperchen. Jene haben eine vielmehr uniforme Dimension, sind meistens etwas oval und als Diplococcen gelegen, diese sind mehr rund und ihre Dimension wechselt von viel kleinerer als die der Rickettsien bis ungefähr derselben Größe und auch größer. Diese Differenz in der Dimension zeigt sich auch deutlich auf einem Schnitt durch den Darm. Dann sind die Rickettsien schön zu unterscheiden, aber von Körnchen in

den Crithidien ist meistens nichts zu sehen. Es gibt also keinen Grund, um den metachromatischen Körnchen der *Melophagus*-Crithidien eine andere Herkunft zuzuschreiben, als dies bei so vielen *Trypanosomen*-Arten der Fall ist.

Jetzt ist es nötig, diese Herkunft näher zu bestimmen, weil WOODCOCK glaubt, daß Rickettsien auch durch das Auseinanderfallen des Kernes in Körnchen und deren Freiwerden nach dem Absterben des Flagellaten entstehen können. Zwei Meinungen stehen sich hier mehr oder weniger einander gegenüber. Die erstere sieht in den Körnchen Absonderungsprodukte aus dem degenerierenden Kern, die andere Reservestoffe, anwesend infolge einem Übermaß von Nahrung. Die erste Auffassung wurde am ersten von SWELLENGREBEL vertreten, die letzte von REICHENOW und GUILLIERMOND. Es steht nun fest, daß das Metachromatin als Reservestoff in der Natur bei einzelligen Pflanzen und Tieren wie auch bei Pilzen und Algen, weit verbreitet vorkommt, was namentlich dadurch deutlich wird, daß es kurz vor der Fortpflanzung an bestimmten Stellen in großer Menge da ist, wo es für die Bildung der Fortpflanzungszellen (Sporen u. a.) verzehrt wird. Für Trypanosomen ist dies weniger klar. Dies folgt aus der Beobachtung von STEFFAN, der mehrere Heilmittel auf Säugetiertrypanosomen einwirken ließ, daß die Körnchen, offenbar Metachromatinkörnchen, auftreten nach langsam wirkenden schädigenden Einflüssen. Dem steht gegenüber, daß diese Körnchen durchaus nicht immer einen degenerierenden Kern begleiten. STEFFAN fand dies ganz deutlich bei der Einwirkung von Atoxyl auf *Trypanosoma equiperdum*, wo der Kern, ungeachtet der Anwesenheit von Körnchen im Cytoplasma, bis zum lezten Augenblick intakt bleibt. Weil es sich auch bei meinen Untersuchungen gezeigt hat, daß sich selbst in teilenden Crithidien Metachromatinkörnchen befinden, deutet die Anwesenheit dieser Körnchen durchaus nicht immer auf eine Kerndegeneration, welche auch wahrlich nicht immer deutlich festzustellen ist; es besteht aber die Möglichkeit, daß diesem Metachromatin auch eine Rolle als Reservestoff zukommen wird, wie SWELLENGREBEL auch für *Herpetomonas calliphora*, einen im Darm von Fliegen lebenden Flagellat, angenommen hat. Die Ansicht von WOODCOCK, die Herkunft der Metachromatinkörnchen aus der Nahrung betreffend, kann also teilweise richtig sein, deren Identifikation mit *Rickettsia* ist unrichtig. Wenn weiter Kerndegenerationsprodukte Metachromatinkörnchen seien, sind sie nicht mit Rickettsien zu identifizieren.

Die Frage stellt sich jetzt, ob nicht andere aus dem Kern her-

kommende Körnchen in den Flagellaten nachzuweisen sind, die vielleicht mit den Rickettsien in Beziehung stehen könnten. Dies würde möglich sein, wenn diese Körnchen Kernreaktionen, besonders Chromatinreaktionen, zeigten. Es hat sich gezeigt, daß es wirklich möglich ist, solche Chromatinkörner microchemisch nachzuweisen. Neulich haben Feulgen-Brauns, gefolgt von Bresslau und Scremin, die Reaktion beschrieben auf Thymonucleinsäure, ein wichtiger Bestandteil von Chromatin. Durch Hydrolyse in verdünnter Salzsäure wird der Kohlenhydratkern vom Purinkern durch Wasseraufnahme gelöst, wodurch das Kohlenhydrat die Schwefligersäure-Fuchsinreaktion von Schiff zeigt. Diese Nuclealreaktion habe ich in meinen Präparaten angewendet [1]). Weil Meyer annimmt, daß Metachromatin auch Nucleinsäure enthalten würde, erwartete ich eine positive Reaktion auch für die Metachromatinkörnchen und eine positive oder eine negative für die Rickettsien. Es hat sich herausgestellt, daß die Metachromatinkörperchen diese Reaktion nicht zeigen, weil sie durch die Hydrolyse gelöst werden ohne wiedererkennbare Reste zu hinterlassen, auch nicht bei nachfolgendem Giemsa'schen Farbeverfahren. Die Rickettsien wurden aber nicht gelöst, zeigten eine negative Nuclealreaktion und färbten sich danach normal nach Giemsa. Nur sehr selten begegnete ich in Darmausstrichen einem oder wenigen Körnchen in den Crithidien, die der genannten Reaktion gegenüber positiv waren. Auch gelang es mir diese Chromatinkörnchen nachzuweisen in der Kultur dieser Flagellaten in Jungmann'schem oder Nöller'schem Blutagar, wie die abgebildete Agglutinationsrosette deutlich macht. Aber auch in der Kultur gelang diese Reaktion nicht für die sich in der Kultur findenden Rickettsien-ähnlichen Objekte.

Wenn diese Nuclealreaktion auf Schnitte von einem Crithidien und Rickettsien enthaltenden Darmabschnitt der Schaflausfliege angewendet wurde, wurde das Resultat, das in den Ausstrichpräparaten erhalten wurde, vollkommen bestätigt. Auch hier positiv für Magenzellkern, Kern und Blepharoplast der Flagellaten, aber negativ für die

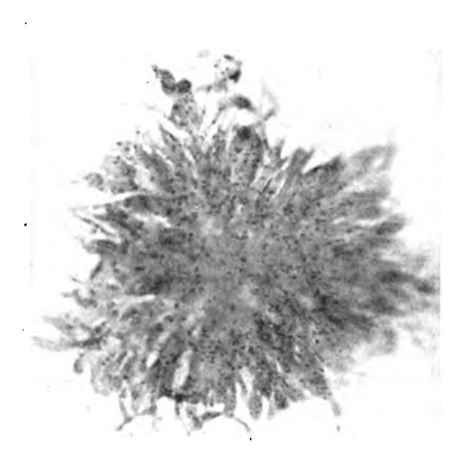
[1]) Die Reaktion gelang sowohl nach der von Feulgen-Brauns, wie auch nach der von Bresslau und Scremin angegebenen Methode. Nur empfiehlt es sich, die Präparate, wie Feulgen-Brauns es machen, vor der Hydrolyse kurze Zeit mit normaler Salzsäure zu imbibieren. Auch kann die Anwendung von Petrischalen (Methode von Bresslau und Scremin) auf Wasserbad bei der Hydrolyse nicht empfohlen werden, weil die Temperatur alsdann nicht genau genug kontrolliert werden kann. Es ist also besser, die Hydrolyse in einem Becherglas auf Drahtgaze mit Mikrobrenner zu machen, wie das von Feulgen-Brauns angegeben wird.



Rickettsien. Thymonucleinsäure enthaltende Körnchen und Rickettsien sind also differente Objekte.

Untersucht man jetzt absterbende Flagellaten in der Blutagarkultur, so zeigt es sich, daß auch diese mit Metachromatin gefüllt sind, was darauf deutet, daß die Chromatinkörnchen, die ich in der Agglutinationsrosette photographiert habe, sich in Metachromatinkörnchen ändern werden. Auch jetzt ist es nicht möglich eine Identität zwischen Rickettsien und Metachromatinkörnchen entscheidend nachzuweisen.

Endlich habe ich mich davon überzeugt, daß sich in den Flagellaten nicht andere, sich nach Giemsa färbende Körnchen befinden als die, die Metachromatinreaktionen und die Nuclealreaktion zeigen. Dies geschah nacheinander durch Fixierung der Darmausstriche in Formalin 40 proz., Färbung nach Giemsa, genauer Zeichnung der Flagellaten mit ihren Körnchen, Entfärbung in Alkohol 96 proz., endlich Anwendung der Meyer'schen Metachromatinreaktionen oder der Nuclealreaktion, gefolgt durch das Studium der früher gezeichneten Flagellaten. Wohl fand ich einige Male, daß Metachromatinkörnchen gelegen waren auf Stellen, wo die Giemsafärbung keine Körnchen hatte zeigen können. Obgleich es mir nicht möglich ist diese Tatsache zu erklären, verringert dies nicht den Wert der genannten Reaktionen.



Eine Agglutinationsrosette von Crithidienstadien des *Trypanosomo melophagium* aus einer Kultur zeigt eine positive Nuclealreaktion nach Feulgen für Kern, Blepharoplast und Chromatinkörnchen.

Doch sind alle Möglichkeiten betreffend der Gleichstellung von Rickettsien und aus degenerierendem Kern herrührenden Körnchen, nicht erschöpft. Dies ist mir deutlich geworden bei der Untersuchung der Flagellaten nacheinander 1, 2, 3 und 4 Tage nach dem natürlichen Tod der Schaflausfliege. Sogar 3 Tage nach dem Tode sind noch lebende Chrithidien mit Metachromatinkörnchen gefüllt da. Darmausstriche werden gefärbt nach Giemsa, danach entfärbt, dann die

26*

Nuclealreaktion gemacht und endlich wieder gefärbt nach Giemsa. Diese letzte Färbung wendete ich an, um die so schwache Nuclealreaktion deutlicher zu machen. Alles positive in der Nuclealreaktion wird dann dunkelblauviolettfarbig. Diese Präparate haben an den Tag gebracht, daß Kerne auf drei verschiedene Arten degenerieren können.

a) Der Kern fällt auseinander in große und etwas kleinere homogen gefärbte Brocken, welche eine gleichmäßige und positive Nuclealreaktion zeigen. Diese Brocken ändern sich höchst wahrscheinlich in Metachromatin, weil oft ein Teil davon nach Salzsäurehydrolyse nicht wieder zu finden war. Dieses Bild schließt sich an bei den Chromatinkörnchen aus der genannten Agglutinationsrosette, welche Rosette auch schon auf Degeneration deutet. Auf diese Weise können die Rickettsien also nicht entstehen.

b) Weder im Innern des Kernes, noch außer dem Kerne können nach Salzsäurehydrolyse Körnchen angezeigt werden. Der Kern zeigt sich als ein Ring, der erst eine schwach positive, danach eine negative Nuclealreaktion zeigt und darauf einschrumpft unter Annahme von eckigen Formen, die dann lose im Präparat gefunden werden können. Denselben Bildern begegnete ich in Darmausstrichpräparaten von frischen Schaflausfliegen. Auch dieser Prozeß kann mit dem Entstehen von Rickettsien nicht in Verbindung gebracht werden.

c) Bis auf den 2. Tag nach dem Tode der Schaflausfliege zeigen die Chromatinkörnchen, die mehr oder weniger deutlich im Kerne umschlossen sind, eine positive Nuclealreaktion. An den folgenden Tagen wird diese nun aber schwächer derartig, daß die darauffolgende Giemsafärbung nicht mehr eine Farbendifferenz zwischen diesen Körnchen und den Rickettsien zu zeigen vermag. Die Flagellaten fallen jetzt auseinander. Am 3. Tage sieht man die Kerne gesondert im Präparat gelegen, nämlich meistens 6—12, jetzt immer Nuclealreaktion negative Körnchen, durch erkennbares Kernplasma umgeben oder nicht. Es zeigt sich also, daß wir hier auf ein Stadium angelangt sind, worauf es zwischen Rickettsien und Kernkörnchen eine außerordentlich große Ähnlichkeit gibt. Dies verdient um so mehr die Aufmerksamkeit, weil dieselben Körnchengruppen in den Kulturen gefunden werden können.

Weil meine Untersuchung über diesen Gegenstand noch nicht abgeschlossen ist, ist es mir noch nicht möglich die gestellte Frage endgültig zu entscheiden. Ich will aber wohl der Meinung Ausdruck geben, daß ich vorläufig den Schluß nicht anerkenne, daß Rickettsien

nichts an anders seien als diese Kern-Chromatin-Körnchen die ihrer Thymonucleinsäure beraubt sind: 1. weil die Form dieser Körnchen oft mehr eckig, mehr birnförmig ist und bald einen unbestimmten Umriß bekommt. 2. Es kommt wohl vor, daß die Diplococcen- oder die Hantelform bei diesen Körnchen anwesend ist, aber dies sah ich doch nie so deutlich und häufig als bei den Rickettsien in Darmausstrichpräparaten. 3. Im September 1924 fand ich in Leiden eine Schaflausfliege, wo sich zahlreiche Rickettsien ohne Flagellaten im Darm fanden. Es war hier ausgeschlossen, daß hier die Flagellaten im letzten Teil des Darmes waren, wie Woodcock solche flagellatenlose und Rickettsien enthaltenden Schaflausfliegen erklären will. 4. Im ganzen Darme hinter den Malpighi'schen Schläuchen fehlen die Rickettsien, obgleich sich da stellenweise Polster von Flagellaten finden, die auch mit Metachromatinkörnchen versehen sind.

Zusammenfassung.

1. Weil die Natur der Rickettsien noch ungenügend bekannt ist und namentlich Woodcock an deren Natur als Organismus gezweifelt hat, ist die *Rickettsia melophagi* aus dèr Schaflausfliege, *Melophagus ovinus*, Gegenstand einer näheren Untersuchung gewesen.

Woodcock glaubt, daß die genannten Rickettsien aus *Melophagus* nichts anderes seien als aus der ebenfalls in *Melophagus* lebenden, Crithidienform des *Trypanosoma melophagium* frei werdende metachromatische Körnchen. Auch würden die Kerndegenerationsprodukte der Crithidien identisch sein mit den Rickettsien.

2. Es hat sich im Gegensatz zu Woodcock gezeigt, daß die metachromatischen Körperchen der Crithidien nichts anderes sind als anderswo beschriebene Volutinkörperchen und daß die für Volutin typischen Reaktionen nach Meyer mit positivem Resultat darauf angewendet werden können.

3. Die Rickettsien zeigen die Meyer'schen Volutinreaktionen nicht.

4. Die metachromatischen Körnchen in den Crithidien werden in 5 proz. Natriumcarbonatlösung gelöst, nicht aber die Rickettsien.

5. Auch die Form der Rickettsien und der Volutinkörperchen ist nicht dieselbe.

6. Die Ansicht von Woodcock, die Herkunft die metachromatischen Körnchen aus der Nahrung betreffend, kann teilweise richtig sein; deren Identifikation mit Rickettsien ist unrichtig. Wenn Kerndegenerationsprodukte Metachromatinkörnchen sind, so sind sie doch nicht mit Rickettsien zu identifizieren.

7. Die Reaktion auf Thymonucleinsäure nach Feulgen ist negativ



sowohl für die Rickettsien, als auch für die Metachromatinkörnchen der Crithidien. Letztere werden aber bei der Salzsäurehydrolyse gelöst im Gegensatz zu den Rickettsien.

8. Mittels der unter 7 genannten Reaktion nach Feulgen ist es oft möglich Körnchen in den Crithidien zu zeigen, die sich später in Metachromatinkörnchen umändern werden. Auch in der Kultur der Crithidien gelang es in einer Agglutinationsrosette diese Chromatinkörnchen zu demonstrieren. Die Rickettsien zeigen auch diese Reaktion nicht.

9. Wenn die Schaflausfliegen abgestorben sind, bleiben die Crithidien im Inneren noch einige Tage am Leben, wonach sie zu degenerieren anfangen. Auf drei verschiedene Arten können Kerne der Crithidien degenerieren. Bei einer dieser Arten wird die Nuclealreaktion der Chromatinkörnchen aus dem Kerne negativ, und sie sind danach gesondert im Präparat zu finden. Auf diesem Stadium gibt es zwischen Rickettsien und genannten Körnchen eine außerordentlich große Ähnlichkeit.

10. Hieraus wird nicht der Schluß gezogen, daß Rickettsien mit diesen Kernchromatinkörnchen, beraubt von ihrer Thymonucleinsäure, zu identifizieren sind. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen.

Leiden, März 1925.

Literaturverzeichnis.

Bresslau, E. u. Scremin, L. (1924): Die Kerne der Trypanosomen und ihr Verhalten zur Nuclealreaction. Arch. f. Protistenk. Bd. 48 p. 509.

Chatton, E. u. Delanoë, M. (1912): Observations sur l'évolution et la propagation de Crithidia melophagia Flu. C. R. de la Soc. de Biol. T. 72 p. 942.

Feulgen, F.-Brauns (1924): Untersuchungen über die Nuclealfärbung. Pflüger's Archiv Bd. 203 p. 415.

Flu, P. C. (1908): Über die Flagellaten im Darm von Melophagus ovinus. Arch. f. Protistenk. Bd. 12 p. 147.

Guilliermond, A. (1910): A propos des corpuscules metachromatiques ou grains de volutine. Arch. f. Protistenk. Bd. 19 p. 289.

Hoare, C. A.: (1922): Trypanosomiasis in British sheep. Transact. Roy. Soc. Trop. Med. and Hyg. Vol. 16 p. 188.

Jungmann (1918): Untersuchungen über Schaflausrickettsien (R. melophagi Nöller). Deutsche med. Wochenschr. Bd. 44 p. 1346.

Kleine, F. K. (1919): Beitrag zur Kenntnis des Trypanosoma melophagium. Deutsche tierärztl. Wochenschr. Bd. 27 p. 330.



Meyer, A. (1904): Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins. Bot. Zeitung Bd. 62 p. 113.

Nöller, W. (1917): Blut und Insektenflagellatenzüchtung auf Platten. Arch. f. Schiffs- und Tropenkrankh. Bd. 21 p. 69.

Porter, A. (1910): The structure and life-cycle of Crithidia melophagia. Quart. Journ. of Micr. Soc. Vol. 55 p. 189.

Reichenow, E. (1910): Untersuchungen an Haematococcus pluvialis nebst Bemerkungen über andere Flagellaten. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt Bd. 33 p. 21.

Steffan, P. (1922): Morphologische Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Heilmittel auf Trypanosomen. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh. Bd. 96 p. 263.

Swellengrebel, N. H. (1908): La volutine chez les Trypanosomes. C. R. de la Soc. de Biol. T. 64 p. 38.

— (1912): Note on the morphology of Herpetomonas and Crithidia, with some remarks on „physiological degeneration". Parasitology Vol. 4 p. 108.

Swingle, L. D. (1909): A study on the life-history of a flagellate in the alimentary tract of the sheep-tick. The Journ. of Inf. Diseas. Vol. 6 p. 98.

Woodcock, H. M. (1923): „Rickettsia"-Bodies as a result of celldigestion or lysis. Journ. of the Roy. Army Med. C. Vol. 40 p. 81, 241.

— (1924): On the modes of production of „Rickettsia"-Bodies. Journ. of the Roy. Army Med. C. Vol. 42 p. 121.

Über den Kannibalismus der Stentoren.

Von
Prof. Dr. **J. v. Gelei,**
Zoologisches Institut Szeged (Ungarn).

(Hierzu 8 Textfiguren.)

Seit einigen Jahren beschäftige ich mich mit morphologischen Studien an *Stentor coeruleus* und *polymorphus.* In den Herbstmonaten legte ich zu diesem Zweck Jahr für Jahr Laboratoriumkulturen an. Im vergangenen Winter gelang es mir in einem ungeheiztem Laboratorium bei 6—12° C Temperatur in 6 Aquariumgläsern mit je 4 Liter Wasserinhalt, in denen ohne Erdboden wenige Zweige von *Myriophyllum verticillatum* waren, schöne Kulturen heranzuzüchten. Die Gläser waren mit Wasser aus der hiesigen Wasserleitung (filtriertes Theißwasser mit artesischem gemischt) gefüllt, worin *Stentor coeruleus* während 3 Monaten (bis Februar) in ungeahnter Menge, ähnlich wie in einer guten *Paramaecium*-Kultur auftrat. Die größten Exemplare waren in ausgestreckter Lage bis 4 mm lang bei einer bis 1 mm Frontaldicke, in schwimmendem Zustand bis 2 mm lang bei einer 1,5 mm cylindrischer Breite. Im Monat März, als ich Teilungsstadien von Stentoren sammelte, ist mir schon bei bloßen Augen aufgefallen, daß einige Stentoren große tiefblaue Schollen enthielten. An Schnittpräparaten von solchen Tieren stellte sich heraus, daß diese Schollen pyknotisch degenerative Stentorenkerne enthalten. Diese Erscheinung und das von Tier zu Tier wechselnde morphologisch-cytologische Bild der Schollen, sowohl in Toto- wie in Schnittpräparaten, beschäftigten meine Phantasie lange Zeit hindurch, weil ich glaubte, daß es sich hier um degenerative Erscheinungen von Kernen handele, ähnlich denen, die bei Röntgen-

bestrahlung oder bei malignen Tumoren auftreten, demzufolge auch hier die Umgebung der Kerne degenerativ verändert sei. Diese Meinung mußte ich aber am 11. März infolge einer überraschenden Beobachtung aufgeben; ich fand nämlich, daß eine dieser blauen Schollen in einem dicken *Stentor* einem tadellosen *Stentor* ähnlich ist und sich sogar noch in reger und regelrechter Bewegung befand.

Dabei ist mir eingefallen, daß es sich hier um Kannibalismus handeln könnte, um so mehr, da mir aus eigenen Beobachtungen bekannt war, daß meine Stentoren größere Rotatorien (*Rotifer vulgaris*) und kleinere *Nais*-Arten zu verschlucken fähig sind. Diese Vermutung bewahrheitete sich in einigen Stunden, indem ich bei stundenlang andauernder Beobachtung feststellen konnte, daß die Stentoren einander verschlucken. Dieser seltsame Fall in der Protistenwelt [1]) erregte mein Interesse im höchsten Grad und in den verschiedensten Richtungen. Zunächst drängte sich mir die Frage auf, ob unter meinen Versuchstieren diese Eigenschaft allgemein verbreitet ist, oder ob es besondere Tiere sind, die ihre Artgenossen verzehren? Haben wir es hier mit einem Fall der Variation zu tun, oder nicht? Ist die Variation para- oder idiotypisch? Wie geht das Raubgeschäft vor sich? Was für eine besondere anatomische Struktur des Pharynx ermöglicht das Verschlucken so großer Freßobjekte, wie die Stentoren es sind? Und im hohen Grad interessierte mich auch die Frage, wieso die Verdauung des artgleichen Protoplasmas vor sich geht? Versuchen wir diesen Fragen in der Reihe nachzugehen.

Ist der Kannibalismus eine para- oder idiotypische Erscheinung?

Zunächst ist die Frage zu entscheiden, ob der Kannibalismus hier ins Bereich der Variationen fällt oder nicht, und wenn ja, von welcher Art diese ist.

Hier müssen wir vor allem darauf hinweisen, daß *Stentor coeruleus* ein auffallend variables Tier ist. Und diese Variabilität zeigt sich sowohl in physiologischer, wie in anatomischer Hinsicht. Bezüglich der Struktur der kortikalen Schicht, des Peristomfeldes, der Lagerung der Kerne, der Architektonik des Protoplasmas finden wir kaum zwei gleiche Tiere. Ein musterhaft schönes Beispiel der Variation hin-

[1]) Heinrich Hofeneder erwähnt in Mikrokosmos, Lg. XVIII, p. 152, den Kannibalismus unter den Tintinnoiden. Ein Kannibalismus ist beschrieben worden: von Miß Dawson über *Oxytricha fallax* 1919. Journ. of exp rim. Zool. Vol. 29 und von Lapage bei *Amoeba vespertilio* 1922. Quart. Journ. Vol. 66.



sichtlich eines physiologischen Momentes: der Oxygenbedürftigkeit zeigt die beigelegte Naturaufnahme (Fig. A), wo wir die Stentoren auf der Glaswand von oben, vom Wasserspiegel herunter in einer tadellosen Häufigkeitsreihe (und zwar entsprechend einer einschenkeligen Binomialkurve) verteilt sehen.



Fig. A. *Stentor coeruleus* auf der Glaswand. Oben Wasserspiegel. Häufigkeitserscheinung bezüglich der Oxygenbedürftigkeit. Naturaufnahme $^{18}/_{19}$ natürlicher Größe.

Nach diesen allgemeinen Worten ist es uns klar, daß dort, wo in so vielen und verschiedenen Richtungen eine Variabilität feststellbar ist, sie auch auf dem Gebiet der Ernährung nicht unterbleiben kann. — Hier müßte ich in verschiedenen Richtungen ans Werk treten. Es war zunächst festzustellen, ob jeder *Stentor* ein Kannibale ist, oder nur wenige? In letzterem Fall könnte es sein, daß z. B. nur sehr hungrige Stentoren ihre Artgenossen fressen, oder daß bloß einzelne, besondere Tiere es sind, die einen Kannibalismus, und dann regelmäßig, ausüben.

Mich führte bei diesen Prüfungen von vornherein der Gedanke, daß ein Kannibalismus, wie jede Übeltat eines Individuums gegenüber seiner eigenen Art, eine degenerative Eigenschaft, und demgemäß als Abweichung von der Norm, höchst wahrscheinlich eine idioplasmatisch bedingte Eigenschaft ist.

Bei einer sorgfältigen Prüfung meiner Aquarien, wobei ich pro Glas mehr als eintausend Tiere berücksichtigt habe, konnte ich die überraschende Tatsache feststellen, daß die Kannibalen nur in einem Glas vorhanden waren. Auch in diesem auffallend wenige. Am 11. März fand ich sie in 1,66 Proz. (auf 963 Tiere 16 Kannibalen). Es wurden nur solche Tiere berücksichtigt, die gefressene Stentoren in sich enthielten.

Um den Wert dieser Prozentzahl schätzen zu können, müssen wir folgendes in Erwägung ziehen. *Stentor coeruleus* ist ein seßhaftes Tier, hat zwar kein gelatinöses Umhüllungsrohr, verläßt trotzdem aus

eigenem Willen — mindestens in meinen Gläsern — ungern seinen Ansiedelungsplatz. Wenn ihr Aquarium tagelang bei 6—10° C ruhig im Schatten steht (bei mir im nördlich gelegenen Versuchszimmer am Fußboden auf der Fensterseite), so findet man kaum 3—5 Proz. in schwimmendem Zustand. Auch am Fenster bei wenig bewölktem Himmel gegen die Mittagsstunden bei 16° C schwimmen kaum mehr als 10 Proz. auf einmal herum. (Das ist aber nur dann der Fall, wenn das Wasser sonst für ihr Leben geeignet ist. Ist es irgendwie verunreinigt, dann sind sie bis zu 90 Proz. in Bewegung, ohne daß man sie mechanisch stört.) Im allgemeinen sind meine Tiere keine ausdauernden Schwimmer. Wenn man sie wegen Untersuchung in einer Schale mit rauher Wand ausgießt, so setzen sie sich bald nieder, und man kann sie kaum davon jagen. Immerhin verlassen sie ihre Plätze von Zeit zu Zeit, und da die Verdauung der verschluckten Stentoren bei 6—10° C über 3 Tage beansprucht[1]), so hat während diesem Zeitraum jeder Kannibale Gelegenheit, auf vorbeischwimmende Artgenossen jagen zu können, besonders dann und dort, wo die Tiere so dicht nebeneinander standen, wie in meinen Versuchsgläsern. — Trotzdem ist es sicher, daß die Prozentzahl meiner Kannibalen etwas höher ist, als es auf Grund der Anwesenheit verschluckter Stentoren konstatierbar war. Ich konnte nämlich feststellen, daß man die Zahl solcher Tiere künstlich erhöhen kann. Goß ich nämlich die obere Wasserschicht, wo sie sich wegen ihres positiven Oxygenotropismus immer in größerer Zahl[2]) versammelten, in eine weiße Porzellanschale aus und stellte ich die Wassertemperatur von 6—10° C des Aquariumzimmers langsam auf 16—18° C ein, und belichtete ich dabei die weiße Schale mäßig, beunruhigte die Tiere auch sonst durch zeitweiliges Bewegen der Schale, wurden sie also durch diese Eingriffe rege und schwammen mehr herum, dann bekam ich immer mehr und mehr Kannibalen zu Gesicht. Aber auch durch solche künstliche Eingriffe konnte ich die Zahl der Kannibalen nicht über 4,6 Proz. (85 kannibale unter 1852 beobachteten Stentoren) steigern.

Diese zwei Umstände, nämlich daß nicht in sämtlichen Gefäßen, sondern nur in einem Kannibale auftraten, und auch in diesem in so verschwindend kleinen Prozent, schien darauf hinzuweisen, daß es sich hier nicht um Gelegenheitskannibalismus einzelner Tiere

[1]) Bei wärmerer Temperatur (18—20° C) verdauen sie schneller, die Scholle wird innerhalb von 3 Tagen ausgeworfen. Ein Übelzustand ruft das vorzeitige Ausleeren der Nahrung auch in unverdautem Zustand hervor.

[2]) Siehe in der Fig. A oben unter dem Wasserspiegel den dichten nebeligen Besatz.

handelt, sondern daß hier eine kannibale Rasse in der Stentorpopulation erschienen ist [1]).

Um in dieser Meinung zu prüfen, führte ich folgende weitere Beobachtungen und Versuche aus.

Zunächst beobachtete ich, wie groß die Gelegenheit in der Stammkultur ohne Rücksicht, ob kannibale oder nichtkannibale, für die einzelnen Tiere zum Beutefang ist. Dazu stellte ich die oben beschriebene, günstige Gelegenheit zur Räuberei in einer Versuchsschale her. Dort stellte ich durch lang dauernde Beobachtung einzelner Tiere fest, daß die Gelegenheit zum Stentorfangen für jedes einzelne Individuum groß ist. Kaum waren wenige Minuten vergangen, so hatte jedes einzelne Tier ein anderes in der Nähe seines Peristomfeldes gehabt. Ein näher betrachteter Kannibale konnte z. B. innerhalb 10 Minuten drei andere auf kurze Zeit (erfolglos) festhalten. Es stand also schon nach den ersten Stunden der Beobachtung fest, daß die kleine Zahl der Kannibalen nicht etwa auf eine mangelnde Gelegenheit zur Räuberei zurückzuführen ist. Und dabei stellte sich bei der Beobachtung heraus, daß es viele Stentoren gibt, die keine Reaktion zeigen, wenn sie von anderen berührt werden — sie zucken höchstens zusammen — daß hingegen einige wenige, wenn in ihre Nähe ein anderer *Stentor* gelangt, schon auf die Wellen- oder Strudelwirkung des Wassers hin, sich gegen den Ankömmling wenden, sich ihm mit ihrem Peristomfeld anschmiegen, ihn in der Bewegung beeinträchtigen, so daß das Schwanzende des Opfers in den Peristomtrichter gelangt und so durch die bekannte Strudelwirkung den betreffenden an dem Schwanzende gefangen festhalten.

Man könnte aber sagen: der kleine Prozentsatz der Kannibalen stammt daher, daß in der Kultur zu jeder Zeit bloß eine geringe Zahl an Stentoren hungrig ist; die große Menge, die sich als nichtkannibalisch zeigte, besteht eigentlich aus satten Tieren. Obwohl ich nicht sagen kann, ob ein *Stentor* je in seinem Leben satt ist, separierte ich trotzdem jene Stentoren, die sich um andere kümmerten, von den „zahmen“. Je weiter ich nun mit der Auslese vorging, um so seltner waren die neuen Kannibalen in der Stammkultur. Z. B. sammelte ich einmal bei durchschnittlich 17° C aus einer Versuchsschale, wo

[1]) Bemerkung bei der Korrektur: Seither beobachtete ich Kannibalismus auch bei *Stentor roeseli*. Diese Kultur war ähnlich reich an Individuumzahl, wie die früheren *coeruleus*-Kulturen. Kannibale waren dagegen noch wenigere als im Falle von *coeruleus*.

4655 Stentoren beisammen waren innerhalb 18 Stunden 112 Kannibale (in der ersten Stunde 94 Stücke), die 2,4 Proz. ausmachten. Auf die drei Verdauungstage verteilt kommen also auf den Tag 37 Kannibalismusfälle. Dann habe ich die Kultur bei 17° C in Ruhe gelassen und nach 24 Stunden fischte ich innerhalb 1 Stunde 16 und nach weiteren 24 Stunden bloß 12 Kannibalen heraus. Heute (mitte April) bekomme ich überhaupt wenige auch in dem Aquarium, da ich während dieser 2 Monate über 300 Exemplare für Untersuchungszwecke getötet habe. Je mehr Kannibalen dagegen bei der Auslese in die für sie gegebene Wassermenge zusammenkamen, um so mehr brach unter ihnen eine Räuberei aus.

Mir scheint maßgebend bei Beurteilung dieser Frage auch der Umstand zu sein, daß ich in den Kannibalen meistens nur Stentorenreste gefunden habe, wogegen die anderen „zahmen“ neben Rotatorien, Paramäcien und Vorticellen viele Pilzfäden verschluckt haben.

Über den Kannibalismus entscheidet also nicht das Hungrig- oder Sattsein, sondern die vererbte Natur, die idiotypische Disposition. In einer Kultur (Embryoschale mit 3 cm Wasser) mit 16 Kannibalen beobachtete und demonstrierte ich Fälle, wo bloß 4 freie Exemplare herumschwammen, 6 Paare aber im Kampf begriffen waren. Ich spreche von Kampf, da das Herunterschlucken eines *Stentors* nicht so leicht ist, und nicht immer gelingt. Der Gefangene kann sich durch eigene Fluchtbewegung, durch stärkeres Strudeln aus dem Schlund des Angreifers retten. Dabei läuft er nicht immer davon, sondern kehrt um, gleitet dem Räuber entlang und saugt nun dessen Schwanz ein.

Daß der Kannibalismus hier in meinem Untersuchungsmaterial nicht als ein bloßer Grenzfall der räuberischen Lebensweise, die hier als Paravariation durch die besondere Peristase (Laboratoriumzucht) entstanden und aufrechterhalten ist, beweist aber nicht nur der Umstand, daß — wie gesagt — bei einer ganz identischen Peristase in anderen Gläsern keine Kannibalen anwesend waren, sondern hauptsächlich der Umstand, daß er erblich ist. Es gelang mir nämlich zu beobachten, daß aus einer Teilung hervorgegangene Geschwister später sich jagten, und schließlich der eine den anderen verschlang. Oder daß mehrere Kannibale nach der Teilung in einer Schale zusammengebracht aufeinander Jagd machten. Für diesen Fall des sog. Endokannibalismus bekam ich oft schöne Bilder, indem ich verschlungene Stentoren beobachtete, die als selbst kannibale halbverdaute Schollen enthielt.

Wie geht der Beutefang vor sich?

Manche Einzelheiten habe ich schon oben erwähnt. Dem füge ich noch folgendes hinzu. Die Jagd auf Opfer wird sowohl in seßhaftem wie im schwimmenden Zustand ausgeübt. Ich erwähnte, daß ein auf das Peristomfeld geratenes Individuum in seiner Fortbewegung sichtlich behindert wird. Dies wird nicht nur durch den Wirbelstrom, sondern auch durch die randständigen Cilien des adoralen Wimperkranzes bewirkt. Diese randständigen Cilien sind nämlich — wie ich in einer weiteren Arbeit auseinandersetzen werde — zu einer sehr mannigfaltigen Arbeit fähig. — Ich erwähnte, daß das Opfer endgültig an dem Schwanzende erfaßt und in den Pharynx eingestrudelt wird. In diesem Zustand sehen der Angreifer und das Opfer wie zwei ineinander geschobene Tüten aus. Der Gefangene ist in diesem Zustand nicht ohne weiteres verloren. Anfänglich führt er seine eigene Drehbewegung noch lange Zeit aus, ein Zeichen daß er eigentlich noch nicht festgehalten ist. Er kann sich in diesem Zustand noch befreien und davonschwimmen. Zuckt der Angreifer zusammen, dann wird das Opfer aus dem Pharynx förmlich herausgeschossen. Hat sich das Opfer befreit, oder schwimmt überhaupt ein das Peristomfeld berührendes Tier vorbei, dann kreist der Kannibale rege in jeder Richtung herum, wie der Blinde mit dem Stock, wenn er auf der Straße den Weg nicht findet. Oder er schwimmt dem wahrgenommenen Opfer nach. Ich beobachtete sogar Fälle, wo der Kannibale sein eingestrudeltes Opfer, das sich in seinem Schlund noch drehen konnte, dadurch an der Befreiung verhinderte, daß er sich von seinem Ansiedelungsplatz trennte und mit seiner Beute so lange herumschwamm, bis letztere ihre Drehbewegungen einstellte. Auch das festgeklammerte Opfer ist noch immer nicht verloren, besonders wenn es größer als der Angreifer ist. In solchen Fällen saugt der Kannibale das Opfer aus, er schnürt mehr oder minder große Hinterstücke — manchmal bis zum Wimperkranz — ab, und die gebliebene Vorderhälfte schwimmt davon. Solche geschädigte, verstümmelte Exemplare sammelte ich mehrere auch aus der Stammkultur, und sie waren mir schon längst bekannt, bevor ich den Kannibalismus entdeckte. Wie ich es aus der Beobachtung sowohl der fressenden Tiere als meines konservierten Materials schließe, führt der Kannibalismus meistens bloß bis zur Verstümmelung des Opfers. In einer „Kannibalenkultur", wo die erwähnten 16 Exemplare zusammen waren, sind in einer Nacht 10 verstümmelt worden, wobei selbstverständlich manche sich gegenseitig geschädigt haben mögen. Trotzdem sammelte ich über zweihundert Kannibalen, die

ganze Stentoren verschlungen hatten. Als höchste Zahl fand ich vier, natürlich in sehr verschiedenem Zustand der Verdauung, in einem Tier, gewöhnlich aber einen. Die verschlungenen Tiere waren meistens beschädigt, ihre Pellicula mit der Pigmentschicht teilweise abgeschlürft, aber es fanden sich auch ganz tadellose Exemplare (Fig. B u. C).

Wie der Schlund das Schlucken ermöglicht, das werden wir sofort auseinandersetzen; bezüglich des *Stentors*, was das Geeignetseins zum passieren eines verhältnismäßig engen Rohres betrifft, bemerke ich nur soviel, daß dieser Organismus kein starres, sondern ein ziemlich plastisches System ist, daß zwischen engen Spalten sich durch Einschnürung leicht durchfädeln kann.

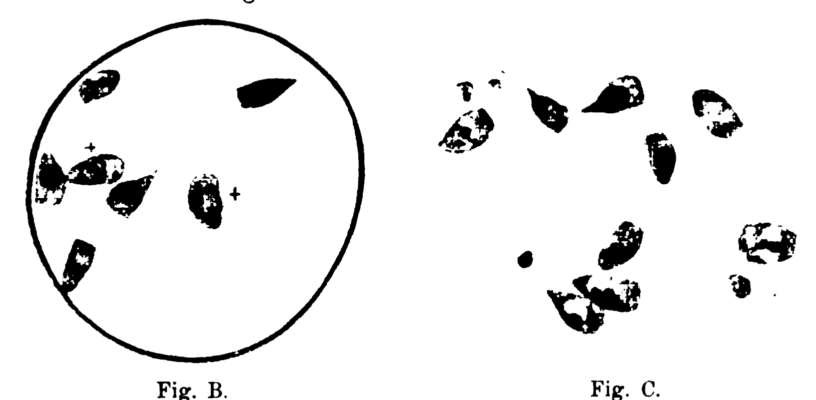


Fig. B. Fig. C.

Fig. B. Kannibale Stentoren, die in einem Wassertropf herumschwimmen. Opfer in zwei Tier (+) noch lebend. Links oben und links unten Opfer in verdautem Zustand. Naturaufnahme bei ungefähr 5 × Vergr.

Fig. C. Lebende Kannibale unter der dünnen Wasserschicht etwas gepreßt. In vier Exemplaren die große Verdauungsvakuole mit halbverdauten Stentorenschellen. Unten zwei ausgeworfene Detritusstücke. Vergr. wie bei Fig. B.

Die verschluckten Exemplare sind meistens kleiner als der Beutler, doch konservierte ich auch solche Kannibale, die größere verschluckt haben.

Der Bau des Schlundes.

Auf diese Frage will ich hier nicht näher eingehen. Ich behalte mir dies für die angekündigte Arbeit über die Morphologie dieses Tieres vor.

Seit Schuberg[1]) (S. 202) ist bekannt, daß der Schlund nichts

[1]) A. Schuberg, Zur Kenntnis der *Stentor coeruleus*. Zool. Jahrb. Bd. 4. S. 197—288. Taf. XIV.

anderes ist, als eine Einsenkung des Peristomfeldes. In ihr setzen sich also alle jene Elemente fort, die das genannte Stirnfeld aufbauen, als da: die Pellicula (Cuticula), die adorale Wimperzone, die Myonemstreifen (Zwischenstreifen nach Bütschli), die Pigmentstreifen (Rippenstreifen, Bütschli), und die Cilienreihen die die Myoneme begleiten. Meine erwähnten anatomischen Untersuchungen

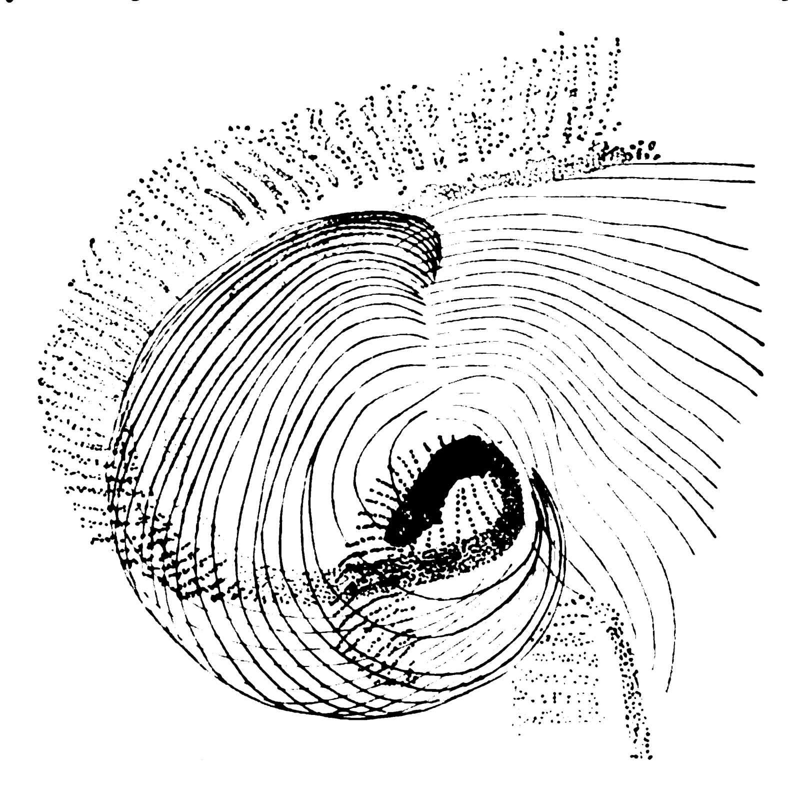


Fig. D. Verlauf der Myonemen auf dem Peristomfelde (rechts) und im Schlund, hier beinahe eine Spiraltour machend. Pigment des Cilienkranzes (außen) und des Randstreifens (innen daneben). Aus einem Zupfpräparat. Das Bild von der Innenseite des Tieres gesehen. Toluidin. 1000×.

wiesen auf die Anwesenheit eines reich entwickelten kortikalen Skeletsystems an der Grenze von Ecto- und Entoplasma hin. Dieses Skeletsystem verbindet Myoneme und Cilien zu einer physiologischen Einheit der Bewegung. Dieses Skeletgerüst erreicht seine höchste Entwicklung in dem Schlund (Fig. E).

Von den Bestandteilen des Peristomfeldes sind bloß die adoralen Wimpermembranellen im Schlund schwächer entwickelt als am Peri-

stomfeld, alles andere ist stärker: so sind die Myoneme dicker, lamelloser und stehen näher beieinander, das Pigment ist dichter, daher der Schlund immer dunkler, vor allem aber bildet das Skelettsystem ein aus dickeren Fäden bestehendes dichteres Netz (Fig. F). Die Myoneme verlaufen im Schlund in Längsrichtung, bzw. leicht spiralig. Das Skelettnetz ist in keiner Richtung orientiert.

Von diesen Elementen treten bei dem Herunterschlucken des Opfers die Myoneme, die Cilien und das Skelettsystem in Funktion. Das Skelettsystem als ein — im Hinblick auf den

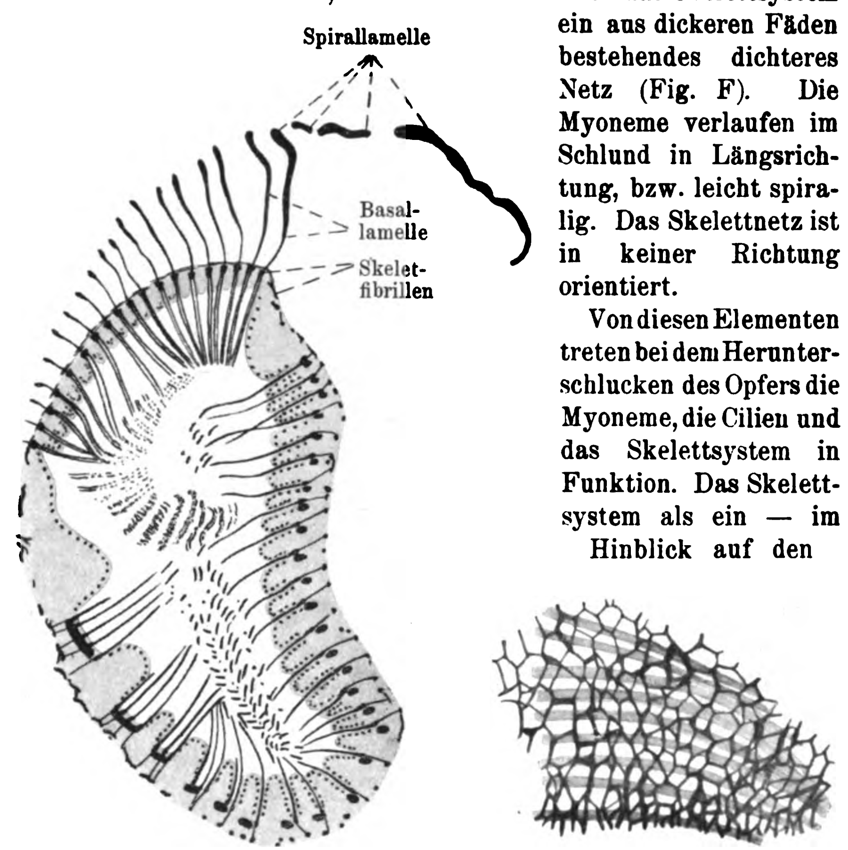


Fig. E. Fig. F.

Fig. E. Querschnitt durch den Schlund. FLEMMING'sche Flüssigkeit S. Fuchsin-Toluidinblau. 1500 ×. Die Teile von innen nach außen gehend: Cilien, auch in quergeschnittenem Zustand. Cuticula (Pellicula). Pigmentschicht, in Falten gelegt. Basalkörperchen der Cilien. Daneben rechts quergeschnittene, links schräg getroffene Myonemen. Außen quergeschnittene Skelettfibrillen. Die Basalkörperchen sind vermittels der Cilienwurzeln mit den Skelettfibrillen direkt verbunden. Oben der adorale Cilienkranz im schrägen Längsschnitt mit 19 aufgeschnittenen Membranellen (Pectinellen).

Fig. F. Flächenbild aus dem Schlund. Unten Myonemen, oben Skelettgerüst. Schnittpräparat 1500 ×.

Schlund — äußere Ringmuskulatur ist nicht nur formbestimmend, sondern es bildet den Widerstand gegen die Druckwirkung der voluminösen Beute. Die eigentliche Schluckbewegung führen die

Cilien aus, die die Beute herunterschieben. Diese Cilien des Schlundbodens sind anders gestaltet, als die gewöhnlichen Cilien. Sie färben sich, nach eigener Erfahrung, in S.-Fuchsin-Lichtgründoppelfärbung dunkler rot als die gewöhnlichen Cilien, ganz genau so, wie die ebenfalls zum Schlucken dienenden Pharyngealcilien der niederen rhabdocölen Turbellarien, wie *Microstomum* und *Stenostomum*. Aber auch die Myoneme sind für diesen Akt nicht ohne Bedeutung, was schon aus dem Umstand folgt, daß sie dicker als die des Stirnfeldes sind. Sie führen einwärtsgerichtete Wellenbewegungen aus, wodurch die Cilien in ihrer Schiebbewegung unterstützt werden. Der spirale Wimperapparat führt mit seinen Membranellen eine auswärtsgerichtete Bewegung aus, er kann also als aktiver Teilnehmer des einwärts gerichteten Schluckens nicht funktionieren. Da aber dieser Apparat seine Bewegung einstellt und seine Cilien steif machen kann, so mag er, gleich einer Bürste, einem Zurückschlüpfen der Beute Widerstand leisten.

Wir sehen aus dem Vorangegangenen, daß mit dieser komplizierten Ausrüstung des Schlundapparates eine Schluckbewegung leicht ausgeführt werden kann.

Die Verdauung.

Der verschluckte *Stentor* gerät auf die rechte vordere Seite des Beutlers; der Schwanzteil des Opfers ist in den ersten Momenten auf die Seite geschlagen. Er dreht sich bald, und versucht in dem Protoplasma des Wirtes aboralwärts herumzuschwimmen; weil vorderhand noch keine Verdauungsvakuole um das Opfer ausgebildet ist, geht diese Fluchtbewegung außerordentlich schwer vor sich, und dabei führt das Opfer in mäßig gestrecktem Zustand eine ähnliche sprungweise zitternde Bewegung aus, wie sie die Stentoren in dünner Wasserschicht, oder unter leicht gepreßtem Deckglas ausüben (siehe Fig. G). Nach einigen Minuten bildet sich aber eine Verdauungsvakuole (siehe Fig. H und Fig. B u. C) aus, worin sich das Opfer zusammenzieht, abrundet und lange Zeit, manchmal über 1 Stunde rotiert. Stirbt das Tier schließlich, so kollabiert es zunächst, wobei die Oberfläche runzelig wird.

Das erste allgemeine Zeichen der Wirkung von den Verdauungssäften ist die Koagulation des Protoplasmas; die Leiche wird starr und zerbricht in Stücke, wenn man sie unter dem Deckglas etwas drückt. Bei diesem Erstarren läuft das Protoplasma in gröberen, dickeren Zügen zusammen und statt den vielen kleinen Alveolen des lebenden Tieres treten einige größere Vakuolen auf. Bevor

diese Koagulation eintritt, muß während der Todesveränderung des Protoplasmas in der Assimilation eine Störung eintreten, da Fetttropfen in der Leiche immer in größerer Menge zu treffen sind, als in den lebenden Tieren. Überhaupt trifft man in den lebenden Tieren selten fett- oder ölbildende Exemplare, dagegen keine gefressenen Objekte ohne Fett und zwar mit großen Öltropfen, die für *Stentor* überhaupt nicht charakteristisch sind.[1])

Geformte, plastosomähnliche Produkte treten in dem Protoplasma des lebenden Tieres in verschiedener Form auf: ei-



Fig. G.

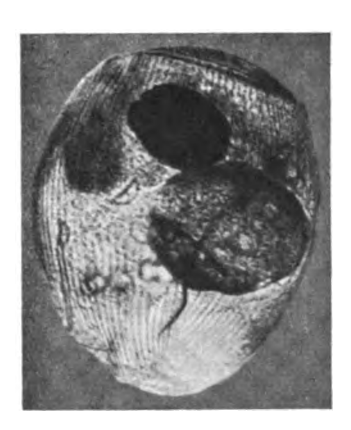


Fig. H.

Fig. G. Ein noch lebendes Opfer einige Minuten nach dem Herunterschnellen. (Man beachte links den noch sehr weiten Schlund des Kannibals). Das Opfer sieht mit seinem Peristomfeld dem Zuschauer zu. Nach einem mit Osmium gefärbten Totalpräparat photographiert von K. Bělař, Berlin.

Fig. H. Ein Kannibal, der drei Stentoren gebeutet hat. Die Opfer in verschiedenem Zustand der Verdauung; schwarz ist schon Kot. Behandlung wie Fig. G. Photo von K. Bělař.

förmige im Ectoplasma, unregelmäßige stäbchenförmige, bakterienähnliche zerstreut im Entoplasma und außerdem kleine lipoide Körnchen. Die beiden vorherigen verschwinden unter Wirkung der Verdauungssäfte bald, die letzteren vermehren sich auffallend. Es treten im Protoplasma innerhalb von scharfen Membranen, wie

[1]) Es mag auch sein, daß vielleicht die fettbildenden Exemplare beliebte Freßobjekte für die Kannibalen sind (Bem. bei der Korrektur).

solche die Kernmembranen sind, in auffällig großen Mengen die kleinen Körnchen auf. Ich kann nicht entscheiden, ob diese Körnchen sich während der Todesveränderungen des Protoplasmas zusammenscharen, oder ob sie innerhalb kolloidaler Membranen neu gebildet werden; ihre auffallende Menge scheint auf letzteres hinzuweisen. Schließlich werden von den Verdauungssäftèn auch diese Membranen angegriffen und so gehen auch die Körnchen in Lösung. — Auch der Kern wird verdaut. Zunächst verkleinern sich seine einzelnen Glieder, sie werden homogen, stark färbbar; später gehen die Verbindungsstücke in Lösung, und zuletzt auch die einzelnen Kernglieder. Pellicula, Myoneme, Cilien, Cilienwurzeln und Skeletfasern werden langsam verdaut, am längsten leisten die Cilien den Verdauungssäften Widerstand. Sie werden an ihren distalen Enden zuerst angegriffen und so schreitet die Verdauung ziemlich langsam gegen die Basis zu. Die angegriffenen Partien schwellen keulenförmig an.

Nicht verdaut werden gewisse Teile des Ectoplasmas und die Pigmentkörnchen. Letztere quellen etwas auf, hier und dort verkleben sie untereinander, meist bleiben sie aber diskret und dem Strahlengang entsprechend sind sie entweder grünlichblau oder kupferrot. Dieses Pigment ist sonst auch für andere Tiere unverdaulich. Gewisse limicole Olygochäten und *Stenostomum agile* fressen nämlich viele Stentoren auf und in dem Enddarm derselben trifft man das blaue Pigment unverdaut. Auch sonst, wenn z. B. ein *Stentor* stirbt, bleibt das Pigment im Wasser tagelang unverändert.

In der Scholle tritt während der Verdauung oft eine Bakterienflora auf. In der Nachbarschaft oder teilweise in den seitlichen Partien der Scholle eingeschaltet, findet man Knollen, die ähnlich den Kotvakuolen mit Resten von Pilzfäden und teilweise verdauten Bakterien erfüllt sind. Ob diese aus dem Innern des Opfers stammen, oder Kotvakuolen der Kannibalen sind, war nicht zu entscheiden.

Wenn ich mich hier etwas näher mit der Verdauung beschäftigt habe, so kommt das daher, daß ich nicht von vornherein glaubte, daß in jedem Fall eine Verdauung des Opfers erfolgt. Ich habe besonders von solchen Fällen, wo Stücke vom Opfer abgesaugt werden, wo also im Innern des Kannibales Protoplasma mit Protoplasma in Berührung kommt und kommen kann, immer erwartet, daß dieses Ankömmlingsplasma ohne Verdauung, wie durch eine natürliche Implantation in die Organisation des Kannibalen eingeschaltet wird. Um zur eventuellen Verwirklichung dieser Erwartung die Fälle zu vermehren, fütterte ich Kannibalen mit zerstückelten, aber lebenden Stentoren,

ich habe sogar in acht Fällen die Hinterenden von Kannibalen abgeschnitten und die kleinen Stücke von demselben Muttertier zur Nahrung dort gelassen, damit nicht nur art-, sondern individualgleiche Protoplasmen in Berührung kommen (wie sonst auch in dem erwähnten Fall, wo das eine Kannibalgeschwister nach der Teilung das andere gefressen hat, idioplasmatisch ganz identische Gebilde zusammenkommen), und trotzdem geschah es nie, daß die erwartete Implantation von selbst aufgetreten wäre. Und diese Erfahrung ist meiner Auffassung gemäß entscheidend für die Beurteilung der Natur jener Protoplasmamembran, die die Nahrung seitens des fressenden Tieres empfängt. Diese Membran der Verdauungsvakuole ist kein gewöhnliches Körperplasma, sie ist eine differenzierte Membran, eine Art Entoblasta, deren jeder, nach außen: in die Richtung des Nährvakuolenzentrums gerichtete Autotropismus, jede Attraktion gegenüber dem eigenen Artplasma fehlt. Die Nährvakuole in Protistenorganismus ist eine wirkliche Außenwelt, von dieser Stelle her kann die Individualität des Tieres nicht durchbrochen werden, in ihrem Inneren kann nur eine Vernichtung des Artplasmas verlaufen; diese Membran selbst kennt keine andere aktive Funktion als die Resorption, keine andere passive als die Diffusion der Verdauungssäfte von der Körperseite her in die Richtung von Vakuolenlumen; ihre Lumenseite kann ebensowenig gegen die Körperseite gewendet werden, wie die Cuticula umwendbar ist, oder um ein noch besseres Gleichnis zu benutzen: es ist ebenso undenkbar, daß im Entoderm einer *Hydra* die Zellen mit ihren Flagellen auf die Mesoglöa und ihren Myonemen gegen den Darmlumen zu liegen kommen.

Ich spreche dem Herrn Kollegen Dr. K. Bělař, Berlin-Dahlem, meinen besten Dank aus für die freundlichen Bemühungen, die er bei der Bearbeitung dieses Artikels gehabt hat.

Die Variabilität von Paramäcien.

Von

X. Fermor-Adrianowa (Leningrad).

(Hierzu 1 Kurve im Text.)

Die statistische Methode bei Variabilitätsforschungen an Infusorien benutzte als erster PEARL (1907)[1]), welchem eine Reihe von Forschern folgte. Dabei dienten zur statistischen Bewertung einerseits Länge und Breite nebst Korrelation zwischen beiden und andererseits das Teilungstempo.

Vorliegende Arbeit hat zur Aufgabe, folgendes aufzuklären: 1. Ist es möglich, vermittelst der mathematischen Analyse bei Zählung der Nahrungsvakuolen irgendeine Gesetzmäßigkeit eines rein physiologischen Aktes, wie es die Verdauung ist, festzustellen, und 2. wenn die Verdauung bei Infusorien einer statistischen Berechnung unterwerfbar ist, in was für einer Abhängigkeit sich dann die Variation dieses Merkmals von den Außenbedingungen und vom Zustand der Kultur befindet.

Es hat schon METALNIKOV[2]) mehrmals in seinen Arbeiten über intracellulare Verdauung auf die Tatsache aufmerksam gemacht, daß in ein und derselben Infusorienkultur bei völlig gleichen Bedingungen während Fütterung mit ganz gleichen Stoffen die Zahl der in gleichem Zeitraum gebildeten Vakuolen stark variiert. Doch hat METALNIKOV außer Bestimmung des Mittelwertes aus 20 Zählungen keine weiteren statistischen Berechnungen vorgenommen, und

---

[1]) Biometrika V.

[2]) Arch. Zool. expér. IX.



die eigentliche Frage nach der Variabilität der Nahrungsvakuolen blieb offen.

Zwecks eines Vergleiches der Variabilität verschiedener Kulturen und ihrer Beziehung zu verschiedenen Nahrungsstoffen wurden von mir noch Ende des Jahres 1922 Beobachtungen an vier Paramäcienkulturen, als I, II, III und IV bezeichnet, angestellt. Die Fütterungen wurden während 30 Minuten ausgeführt, zuerst in Uhrgläsern, danach auf Objektgläsern, wohin die Infusorien zur Zählung übertragen wurden. Der Zählung wurden jedesmal 100 Exemplare unterworfen. Beobachtungen an Kulturen I und II wurden je 2 Tage geführt, an Kultur III 3 Tage, wobei die Zählung an lebendem Material vorgenommen wurde. Die IV. Kultur wurde an einem Tage mit allen Stoffen gefüttert; die gefütterten Infusorien wurden fast gleichzeitig mit Osmiumsäuredampf getötet, wodurch zu erklären ist, daß die größte Genauigkeit der Resultate gerade für die letzte Kultur erhalten wurde. Zur Nahrung dienten folgende Stoffe: Milch, als die nahrhafteste Eiweißstoffspeise, Stärke (Kohlenhydrat), Karmin und Ruß (unnahrhafte Stoffe, die jedoch stets sehr gern von Infusorien aufgenommen werden). Eine genaue Quantitätsbestimmung der aufgenommenen Speise, welche nur durch Größenmessungen der Vakuolen durchzuführen wäre, wurde nicht vorgenommen; es wurde nur die Variabilität der Vakuolenzahl unabhängig von Größe derselben in Betracht gezogen.

Tabelle I.

Kultur	I				II				III				IV			
Nahrung	Lim	M	σ	C %	Lim	M	σ	C %	Lim	M	σ	C %	Lim	M	σ	C %
Milch	2—12	5,3[illegible]	1,97	36,74	2—12	6,80	2,49	36,6	3—16	9,41	3,26	34.67	5—13	8,38	1,85	22,11
Stärke	1—13	5,69	2,18	38,24	0—10	4,55	2,44	53,65	2—16	8,35	3,17	37,90	1—9	5,04	1,88	37,32
Karmin	3—10	6,21	1,86	29,89	5—17	9,85	2,69	27,33	4—18	11,56	3,19	27,63	1—8	4,82	1,86	38,63
Ruß	0 6	1,9	1,83	96,0	0—9	2,81	2,19	78,08	0—11	3,11	3,07	98,59	0—6	2,97	1,81	61,08

Aus der Tabelle I sind folgende Resultate der Zählung von Nahrungsvakuolen in vier Kulturen zu ersehen. Die Variation findet in allen Fällen zwischen weiten Grenzen (Lim.) statt.

Der Mittelwert (M) variiert in verschiedenen Kulturen und auch in derselben Kultur bei Fütterung mit verschiedenen Stoffen, wobei er besonders scharf abfällt, wenn die Fütterung mit Ruß stattfindet. Zur Bewertung der Variabilität der Kulturen kann der Mittelwert, welcher in starkem Grade von Außenbedingungen abhängt, nicht als besonders maßgebend gelten. Als bequemstes

Variabilitätsmaß erweist sich in vorliegendem Fall die Standardabweichung (σ), welche eine für jede Kultur charakteristische Größe ist. Sie ist wenig von Art der Speise abhängig, indem sie konstant bleibt bei Fütterung ein und derselben Kultur mit verschiedenen Stoffen und dabei nur innerhalb des Mittelfehlers variiert. Während der Mittelwert hauptsächlich die Außeneinflüsse widerspiegelt, erscheint die Standardabweichung vorwiegend als Ausdruck des inneren Zustandes einer Kultur und als jene Größe, welche gerade die vorliegende Kultur von einer anderen, in gleichen Bedingungen mit ersterer sich befindenden Kultur unterscheidet. Der Variationskoeffizient (C) ist hier, wie überhaupt in Fällen von Zahlvarianten, von wenigem Interesse. Immerhin ist ihm hier ein einigermaßen biologischer Wert nicht abzusprechen, weil er — von zwei Größen M und σ abhängig — zum Ausdruck dient von gegenseitiger Mitwirkung des inneren Zustandes der Kultur und des Außeneinflusses, welchen in vorliegendem Fall die Art der Speise darstellt.

Variations-statistische Beobachtungen an Verdauung in den Paramäcienkulturen I, II, III u. IV haben zur Genüge — wie es mir scheint — gezeigt, daß die Zahl der Nahrungsvakuolen ein recht bequemes Merkmal zum Urteil über Variabilität bei Infusorien darstellt.

Zur Lösung der Frage, inwiefern in jeder Kultur ihre Variabilität konstant bleibt und ob sie nicht vom Alter der Kultur abhängt, wurde am 2. Oktober 1923 im Heuaufguß eine Kultur von *Paramaecium caudatum* (A) angelegt. Nach Verlauf einer Woche konnte man mit statistischen Beobachtungen beginnen. Zugleich, d. h. am 9. Oktober, wurden aus ihr einige Individuen versetzt; ein Teil derselben kam um, drei aber gaben Anfang zu individuellen Kulturen B, C und D. Die Beobachtungen wurden parallel an allen vier Kulturen geführt und dauerten 6 Monate bis zu völligem Aussterben der Kultur A im April 1924. Die Fütterung wurde, wie vorher, während je 30 Minuten ausgeführt; zum Zählen wurden die gefütterten Infusorien mit Osmiumsäuredampf getötet. Als Speise dienten während der ganzen Versuchszeit Bakterien, welche ein wenig mit Kongorot angefärbt waren, um ein deutlicheres Beobachten und genaueres Zählen der während der Beobachtungszeit gebildeten Vakuolen zu ermöglichen. Im Hinblick der Begrenztheit der Infusorienzahl in individuellen Kulturen, war keine Möglichkeit aus technischen Erwägungen aus ihnen jedesmal mehr als 50 Stück zu zählen, weshalb zwecks größerer Gleichartigkeit der zu vergleichenden Ergebnisse aus Kultur A (sehr reicher) ebenfalls je

50 Stück genommen wurden. Übrigens, wenn man das Verhältnis der Standardabweichung zu ihrem mittleren Fehler (laut Formel $m_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2_n}}$), welches gleich 10 ist, in Betracht zieht, ist diese Zahl (50) vollends genügend. Um über die Vitalität der Kulturen zu urteilen, wurden von Zeit zu Zeit aus jeder derselben einzelne Individuen auf Objektgläser in feuchte Kammer übertragen, ihre Teilungsgeschwindigkeit und Sterblichkeit beobachtet.

Als dauerhafteste erwies sich von allen vier Kulturen die ursprüngliche Kultur A. Sie lebte in ein und demselben Milieu, zu welchem nichts außer reinem Wasser während des Versuches hinzugefügt wurde, 6 Monate. Während dieser Zeit wurde in ihr dreimal eine Depression beobachtet. Zum erstenmal trat diese in den ersten Januartagen ein, d. h. nach Verlauf von drei Monaten nach Beginn der Kultur. Es wurden keine künstlichen Mittel zur Wiederherstellung der Kultur vorgenommen; die Conjugation trat nicht ein, doch konnte man auf Präparaten und auch bloß durch Fixieren mit Methylgrün und Essigsäure eine Menge Infusorien mit zerfallendem Macronucleus beobachten. Allem Anschein nach fand eine Reorganisation des Kernapparates und eine Verjüngung der Kultur durch „Endomixis“ [1]) statt. Nach zwei Monaten konnte man zum zweitenmal ein Sinken der Lebensfähigkeit, von großer Sterblichkeit begleitet, beobachten; es trat die Conjugation ein. Der kleine Teil der Kultur, der diese Periode überlebte, gelangte nach zweiwöchentlicher Existenz wieder in den Depressionszustand, welcher die Kultur zu endgültigem Aussterben brachte.

Kultur B schien das Stadium der Endomixis nach Verlauf von 2 $^1/_2$ Monaten durchzumachen, doch kam sie durch einen unglücklichen Zufall (Vergiftung) bald um.

Kultur C überlebte eine Depression, konjugierte, stellte ihre Lebensfähigkeit her und starb während einer zweiten Depression aus, nachdem sie im ganzen fünf Monate existiert hatte.

Kultur D erwies sich am wenigsten standhaft; in den Depressionszustand geraten, ging sie sofort nach einer Existenzzeit von zwei Monaten unter.

Die Resultate der Vakuolenzählungen sind in folgenden Tabellen angeführt:

---

[1]) Woodruff u. Erdmann. Journ. Exp. Zool. XVII. 1914.

Tabelle II. Kultur A.

Datum	Lim.	M	σ	C %	
9. Oktober	7—15	10,42	1,85	17,75	
12. "	5—13	9,08	1,87	20,59	
15. "	5—12	8,86	1,85	20,88	
18. "	10—19	12,96	1,90	14,65	
21. "	9—17	12,96	1,93	14,89	
24. "	3—13	7,58	1,85	24,40	
27. "	5—15	9,86	1,96	19,88	
30. "	8—17	11,98	1,82	15,28	
2. November	8—17	12,08	1,85	15,31	
5. "	9—18	13,04	1,93	14,80	
8. "	8—17	12,02	1,87	15,56	
11. "	7—16	11,46	1,82	15,91	
14. "	6—14	10,36	2,00	19.31	
17. "	7—16	9,42	2,04	21,66	
20. "	8—18	11,70	2,22	18,96	
23. "	8—18	11,78	2,37	20,12	
26. "	6—15	10,90	2,53	23,21	
29. "	7—16	10,90	2,57	23,57	
2. Dezember	6—17	11,36	2,83	24,91	
5. "	7—18	12,22	2,77	22,67	
8. "	0—12	5,88	2,83	48,02	
11. "	0—13	5,74	2,97	51,74	
14. "	1—15	7,32	3,04	41,53	
17. "	1—13	6,28	3,02	48,09	
20. "	1—15	8,28	3,58	42,03	
23. "	2—16	8,36	3,59	42,94	
26. "	1—15	8,22	3,48	42,33	
29. "	0—14	6,44	3,77	58,54	
1. Januar	0—15	6,34	3,72	58,67	
4. "	0—15	8,44	4,33	51,30	
7. "	0—15	7,36	4,17	56,65	
10. "	1—16	9,28	4,13	44,50	Vom 7. I. bis 13. I. Endomixis
13. "	3—15	8,98	3,48	38,75	
16. "	7—17	10,44	2,04	19,54	
19. "	8—18	11,64	2,28	19,67	
22. "	8—16	12,40	1,89	15.24	
25. "	9—18	12,40	1,90	15,32	
1. Februar	9—18	13,14	1,97	14,99	
4. "	9—18	13,16	1,88	14,28	
7. "	6—16	10,58	1.95	17,48	
10. "	8—17	12,04	1,96	16,28	
13. "	4—14	8,68	1,87	21,54	
16. "	7—16	11,98	2,50	20,87	
19. "	7—16	10,96	2,58	23,54	
22. "	0—17	10,64	2,50	23,49	
25. "	6—18	11,38	3,03	26,63	
28. "	5—17	10,42	2,73	25,23	
2. März	6—17	11,40	2,77	24,29	
5. "	7—16	11,64	2,54	21,82	
8. "	1—15	8,22	3,71	45 13	
11. "	0—13	6,32	3,55	56,17	
14. "	0—15	7,00	3,83	54,71	
17. "	0—15	6,14	4,93	80,29	
20. "	0—14	7,16	4,16	58,10	Vom 18. III. bis 20. III. Conjugation
23. "	3—14	9,92	2,29	23,08	

Tabelle II. Kultur A. (Fortsetzung.)

Datum	Lim.	M	σ	C %	
26. März	0—16	10,44	2,91	27,87	
29. „	0—15	7,18	4,00	55,08	
1. April	0—17	6,86	5,56	81,05	
4. „	0—16	6,38	5,09	79,79	
7. „	0—15	5,72	5,05	88,28	Völliges Aussterben zum 9. IV.

Tabelle III. Kultur B.

Datum	Lim.	M	σ	C %	
3. November	6—14	9,44	1,87	19,81	
6. „	8—16	12,08	1,84	15,23	
9. „	4—14	8,76	1,90	21,68	
12. „	3—10	6,24	1,84	29,64	
15. „	5—13	8,82	1,69	19,16	
18. „	5—13	8,42	1,85	21,97	
21. „	8—16	12,36	1,91	15,45	
24. „	3—10	6,82	1,83	26,83	
27. „	5—12	8,36	1,85	21,77	
30. „	4—11	7,38	1,84	24,90	
3. Dezember	4—11	7,14	1,95	27,31	
6. „	3—12	6,48	1,85	28,54	
9. „	7—16	10,42	1,96	18,81	
12. „	3—13	8,02	2,56	31,92	
15. „	6—16	10,58	2,52	23,82	
18. „	5—16	11,92	2,43	20,38	
21. „	2—12	7,36	2,58	35,05	
24. „	0—13	6,86	2,73	39,79	
27. „	0—14	6,10	4,08	66,88	Vom 1. I. bis 3. I. Endomixis.
31. „	0—15	6,50	4,10	63,08	
3. Januar	0—13	6,18	3,86	62,46	
6. „	4—14	9,02	2,53	28,05	
9. „	6—15	10.64	2,54	23,87	
12. „	5—14	9,60	2,54	26,46	
15. „	3—14	9,96	2,32	23,29	
18. „	6—16	9,64	2,05	21,68	
21. „	2—13	8,96	2,30	25,67	
24. „	7—17	11,54	2,32	20,10	25. I. ging die Kultur durch Zufall zugrunde.

Tabelle IV. Kultur C.

Datum	Lim.	M	σ	C %	
30. Oktober	8—15	10,80	1,60	14,81	
2. November	7—14	10,36	1,61	15,54	
5. „	8—15	11,36	1,59	13,03	
8. „	7—14	10,22	1,57	13,99	
11. „	5—13	9,40	1,70	18,08	

Tabelle IV. Kultur C. (Fortsetzung.)

Datum	Lim.	M	σ	C %	
14. November	8—16	11,78	1,69	14,34	
17. „	5—13	8,80	1,71	17,45	
20. „	6—13	9,80	1,71	19,43	
23. „	6—14	9,64	1,87	19,39	
26. „	5—13	8,98	1,77	19,75	
29. „	7—15	10,50	1,91	18.19	
2. Dezember	6—15	10,06	1,98	19,68	
5. „	7—16	10,54	1,92	18,21	
8. „	6—14	9,36	1,96	20,84	
11. „	6—14	9,46	1,89	19,87	
14. „	6—15	10,74	1,99	18,53	
17. „	5—15	9,88	2,05	20,75	
20. „	4—14	8,94	2,24	25,05	
23. „	6—16	10,34	2,35	22,68	
26. „	7—17	12,40	2,54	20,48	
29. „	3—14	9,24	2,68	29,01	
1. Januar	0—11	5,88	2,70	45,91	1. I. bis 4. I. Conjugation.
4. „	0—10	5,00	2,58	51,60	
7. „	6—14	9,48	1,96	20,67	
10. „	5—13	8,80	1,83	20,79	
13. „	7—15	10,76	1,75	16,26	
16. „	4—12	7,76	1,84	23,58	
19. „	5—14	9,20	1,73	18,80	
22. „	5—13	8,96	1,82	20,31	
25. „	7—14	9,90	1,54	15,55	
1. Februar	7—14	10,22	1,53	14,97	
4. „	8—15	11,36	1,61	14,17	
7. „	6—14	9,96	1,84	18,47	
10. „	4—14	8,76	1,97	22,48	
13. „	3—13	7,78	1,95	25,06	
16. „	6—14	9,28	2,01	21,66	
19. „	5—15	10,84	2,20	20,29	
22. „	6—15	10,10	2,16	21,39	
25. „	5—15	10,88	2,25	20,68	
28. „	5—15	10,70	2,23	20,84	
2. März	3—13	8,30	2,44	29,39	
5. „	1—12	6,74	2,58	38,28	
8. „	0—11	6,06	2,74	45,21	
11. „	0—11	5,80	3,13	53,96	
14. „	0—13	6,40	3,01	47,63	Völliges Aussterben zum 17. III.

Tabelle V. Kultur D.

Datum	Lim.	M	σ	C %	
3. November	5—16	11,88	2,37	19,95	
6. „	4—15	10,24	2,62	25,58	
9. „	3—14	9,92	2,43	24,49	
12. „	6—15	9,88	2,51	25,40	
15. „	7—17	12,00	2,55	21,25	
18. „	5—16	9.88	2.64	26,72	

Tabelle V. Kultur D. (Fortsetzung.)

Datum	Lim.	M	σ	C %	
21. November	6—17	11,36	2,74	24,12	
24. „	3—14	8,68	3,09	35,59	
27. „	3—15	9,30	3,27	35,16	
30. „	2—15	8,74	3,57	40,84	
3. Dezember	1—15	7,38	3,74	50.67	
6. „	2—15	8,28	3,64	43,92	
9. „	3—17	9,40	3,75	39,89	
12. „	3—17	9,42	3,68	39,06	
15 „	2—16	9,56	3,78	39,12	
18. „	0—14	6,96	3,86	55,46	
21. „	0—15	5,92	3,60	60,81	
24. „	1—16	8,68	4.03	46,42	
27. „	0—15	8,36	4,09	48,92	
31. „	0—14	6,96	3,92	56,32	
3. Januar	0—15	8,30	4,10	49,39	
6. „	0—15	6,28	4,78	76,11	Völliges Aussterben zum 9. I.

Auf Grund beigebrachter Tabellen kann man folgende Schlüsse betreffend die Variabilität eines Merkmals, wie es die Vakuolenzahl ist, ziehen:

Die Variationsgrenzen sind für alle Kulturen mehr oder weniger gleich.

Der Mittelwert hat an sich nichts Charakteristisches für jede dieser Kulturen: er ändert sich in allen Kulturen in Abhängigkeit wie von ihrer Vitalität, wobei er während der Depression, gleich der Teilungsschnelligkeit, abnimmt, so auch von äußeren Umständen.

Als die die Individualität der Kultur am besten charakterisierende Größe erscheint die Standartabweichung (σ). Aus einem Vergleich der vier Kulturen ist zu ersehen, daß sie alle nach σ sich voneinander unterscheiden. Kultur C variiert am wenigsten; ihr σ schwankt zwischen 1,53 und 3,13. D hat hingegen ein sehr großes σ (nicht unter 2,57). B nimmt hier etwa eine Mittelstellung ein und steht der ursprünglichen Kultur A am nächsten. In jeder Kultur weist σ Änderungen auf, doch in allen Fällen in einer bestimmten Richtung: es nimmt zu mit Alter der Kultur, erreicht ein Maximum während der Depression, steigt mit jeder folgenden Depression und fällt wieder ab nach Verjüngung der Kultur (siehe die Variationskurve).

Was den Variationskoeffizient betrifft, so ist er stets während des Depressionszustandes der Kultur sehr hoch, was man allerdings erwarten muß, wenn man in Betracht zieht die die Depression be-

gleitende gleichzeitige Abnahme des Mittelwertes und Zunahme der Standardabweichung $\left(C = \frac{\sigma}{M} \cdot 100\,\%\right)$.

Ein einziges Merkmal — die Vakuolenzahl — der Paramäcien in Erwähnung nehmend und sich von jedweder Verallgemeinerung betreffend ihre Variabilität enthaltend, kann man nichtsdestoweniger bemerken, daß auch diese einzelligen Tiere im allgemeinen demselben Prinzip folgen, welches für Crustaceen (Philiptschenko 1920)[1]), Mücken (Zuitin 1922)[1]) und einige Pflanzen (Kisselev 1921)[1]) beschrieben wurde: die Variabilität ändert sich mit dem Alter, sie ist kleiner bei jungen als bei erwachsenen Organismen.



Variationskurve der Variabilität von Kultur A.

Bei Infusorien nähert sich die Variabilität nach Conjugation und Endomixis jener Größe, welche für den jungen Zustand der Kultur charakteristisch ist. Hierdurch wird gerade die verjüngende Wirkung beider den Ergebnissen nach analogischen Prozesse hervorgehoben, welche zu allerletzt auf Reorganisation des Kernapparates zurückzuführen sind.

[1]) Travaux de la Société des Naturalistes de Pétrograd.

Conidien als Homologa der Basidien.

Ein Beitrag zur Lösung des Uredineenproblems.

Von

Heinrich Lohwag (Wien).

(Hierzu 16 Textfiguren und Tafel 14.)

Es gibt zunächst bald keinen größeren Unterschied als den zwischen einer Uredinee und einem höheren Basidiomyceten, z. B. einem *Coprinus*. Von letzterem sind an Fortpflanzungszellen fast nur die Basidiosporen bekannt. Bei einer vollständigen Uredinee unterscheidet man: 1. Die Basidiosporen (Sporidien), 2. Spermatien, 3. Aecidiosporen, 4. Uredosporen, 5. Teleutosporen. Aus letzteren tritt bei der Keimung ein vierzelliger Schlauch hervor, Promycel genannt, dessen jede Zelle eine Sporidie an einem Sterigma abschnürt. Daraus erkannte Brefeld, daß das Promycel einer Auriculariaceenbasidie homolog ist und die Sporidien nichts anderes als Basidiosporen sind. Mithin muß die Teleutospore eine junge oder unreife Basidie sein. Von den oben aufgezählten 5 Sporenformen der Uredineen sind somit 2 (die Teleutosporen und Sporidien) längst als ein Gemeingut aller Basidiomyceten erkannt. Natürlich mußte Brefeld schon aus den Basidienverhältnissen die Verwandtschaft der Uredineen mit den Auriculariaceen erkennen. Bei letzteren konnte nun A. Möller (1895) ebenfalls „Spermatien" nachweisen. Er sagt, daß „die Blutsverwandtschaft der Auriculariaceen und Uredinaceen bekräftigt wird durch das Vorkommen von winzigen, in ungeheurer Menge gebildeten, nicht keimfähigen Conidien bei *Saccoblastia ovispora*. Conidien genau wie diese sind die „Spermatien" der Uredinaceen. Auch diese „Spermatien" sind durch schleimige Gallerthüllen miteinander ver-

klebt, wie wir sie bei Auriculariaceen schon angetroffen haben". Wir werden gleich sehen, daß diese Spermatien als Conidien des Einkernmycels angesehen werden und als solche auch von *Coprinus* bekannt sind.

Was die Aecidiosporen anlangt, welche als Conidien des Zweikernmycels zweikernig sind, so glaubt NEUHOFF (1924) „trotz der entgegenstehenden Bedenken (Bildungsweise und Kernübertritte) doch in ihnen Homologien zu den Fruchtkörperconidien der Tremellaceen und Dacryomycetaceen sehen zu dürfen. Es spricht dafür, fährt NEUHOFF fort, außer der gleichen Kernzahl und der ähnlichen reihenweisen Anlage bei *Dacryomyces* auch eine Bemerkung bei DIETEL, daß man einzelne Aecidiosporen auch häufig in den Teleutosporenlagern von *Uromyces scutellatus* (SCHRNK.) WINT. und *U. excavatus* (DC) LÉV. findet. Sie werden also hier bei tiefstehenden Uredineen noch in derselben Weise zwischen den Basidien (Teleutosporen) gebildet, wie wir das für die Diploidconidien der Gattung *Tremella* erwähnt haben."

So bleiben also von den 5 Sporenformen der Uredineen nur die Uredosporen übrig. Von ihnen sagt NEUHOFF (l. c.): „Ein unzweifelhafter Neuerwerb sind die Uredosporen. Sie haben unter allen Basidiomyceten kein Homologon. Vielleicht aber darf man sie als Teleutosporenbildungen auffassen, in denen es nicht zur Vereinigung der Paarkerne kommt und die nur die vegetative Vermehrung verstärken".

Aus verschiedenen Erscheinungen hatte ich den Schluß gezogen (1925, 2), daß eine Conidie homolog einer Basidie vor ihrer Kernverschmelzung ist. Andererseits war mir klar, daß bei der großen Verwandtschaft der Uredineen mit den Auriculariaceen nur durch das Studium der letzteren eine Lösung der Uredosporenfrage gelingen könne. In Verfolgung meines eben erwähnten Schlusses kam ich zu ganz überraschenden Ergebnissen, wodurch eine ungeahnte Fülle der verschiedensten rätselhaften Erscheinungen einer ganz einfachen und einheitlichen Lösung zugeführt wurde.

Da wir zum Verständnis aller Teilfragen den genauen Entwicklungsgang eines Basidiomyceten und seinen Hymenialbau kennen müssen, wollen wir mit der Schilderung eines *Coprinus* beginnen. Er eignet sich nicht nur wegen des außerordentlich regelmäßigen Baues seines Hymeniums und der bei ihm genau studierten Entwicklung dazu, sondern er zeigt uns auch deutlicher als manche Auriculariacee die Homologa aller 5 Sporenformen der Uredineen.

Die Entwicklung von *Coprinus*.

Aus der einkernigen Basidiospore tritt ein Faden hervor, der durch Wachstum und Verzweigung ein Mycel bildet, dessen Zellen alle einkernig sind (Taf. 14 Fig. 1). Auf diesem Einkernmycel treten nach den Untersuchungen von Brefeld (1877) bei verschiedenen Coprini charakteristische Stäbchen-(Oidien-)fruktifikationen auf, die nach Kniep (1913) einkernig sind. Die Stäbchen bestehen aus 2 einkernigen Zellen und werden am Ende von kurzen Trägern in Büscheln gebildet (Fig. A). Diese „Einkernconidien" treten mithin am Einkernmycel nicht nur der Uredinaceen (hier Spermatien genannt) und der Auriculariaceen, sondern auch höherer Holobasidiomyceten auf.

Kommen nun zwei geschlechtsverschiedene Mycelfäden dieser einkernigen Mycelien zusammen, so bilden sich zwischen den Zellen Brücken, durch welche Kernübertritte statt-

Fig. A. Conidienbüschel (Stäbchenfruktifikation) nach Kniep (1913) bei *Coprinus nycthemerus* Fr. am Einkernmycel. Die Träger der Stäbchenbüschel sind oft ein wenig tonnenförmig angeschwollen. Die einkernigen Zellen bilden zu zweit ein Stäbchen.

Fig. A.

finden, so daß Zweikernzellen entstehen. Die beiden Kerne dieser Zellen teilen sich immer conjugiert und ihre Tochterkerne werden durch die jetzt auftretenden Schnallen so verteilt, daß in jede neue Zelle zwei Kerne verschiedener Abkunft gelangen. Die conjugierte Teilung der Kernpaare und die Schnallenbildung dauert fort bis zur Basidie, wo endlich eine Verschmelzung der beiden Kerne zu dem großen Basidienkern erfolgt. Werner Lehfeldt (1923) sagt: „Es hat den Anschein, als wenn bei weitem die Mehrzahl der höheren Basidiomyceten, die nach dieser Richtung hin untersucht wurden, sich ähnlich wie *Typhula erythropus* verhält, d. h. es anastomosieren zwei geschlechtsdifferente Einspormycelien miteinander; es folgen Kernübertritte und Kernumlagerungen über mehrere Zellen hinweg unter Auflösung und späterer Neubildung von Querwänden, bis schließlich, mehr oder minder von der Anastomose entfernt, ein Paar von Kernen verschiedener Herkunft zwischen sich die erste Schnalle anlegt oder die Schnallenbildung an mehreren Orten gleichzeitig einsetzt, weil sich Paare geschlechtsdifferenter Kerne an mehr als einem Punkte zusammengefunden haben.

Der *Corticium serum*-Typus, bei dem Anastomosen zwischen

Einzellmycelien auftreten und sofortige Schnallenbildung im Gefolge haben, scheint bei weitem seltener zu sein.

Zum Schluß sei ein Fall erwähnt, den auch Bensaude erwägt und an dessen Möglichkeit zuvor schon Kniep gedacht hatte; ich halte es für wahrscheinlich, daß der Umschlag eines Einkernmycels zur Zweikernigkeit und Schnallenbildung infolge von Verschmelzung mit einer Oidie anderen Geschlechts eintreten kann. Oidien scheinen nur im Einspormycel vorzukommen."

Für unsere weiteren Darlegungen ist also kurz zu merken, daß aus den Einkernmycelien durch Anastomosenbildung und Kernübertritte eventuell auch durch Verschmelzung mit einer Oidie (Einkernconidie) Paarkernmycelien hervorgehen. Dieses Paarkernmycel und das ganze Paarkernstadium kann natürlich Conidien hervorbringen, die zweikernig sind, also Diploidconidien. Der Ort, an welchem diese gebildet werden, kann bei den verschiedenen Basidiomyceten sehr verschieden sein.

An einer Stelle dieses Paarkernmycels geht nun durch reichliche Verzweigung ein kleiner Fadenknäuel hervor: es ist die Anlage des Fruchtkörpers. Nach den Untersuchungen Brefeld's (1877) geht die weitere Entwicklung des Fruchtkörpers bei *Coprinus stercorarius* folgendermaßen vor sich. Der erste Knäuel besteht aus einem festeren Kern, der Stielanlage, und einer Hülle, der Stielvolva. An der Spitze dieser Stielanlage erfolgt eine intensive Neubildung von Hyphen, aus welchen der Hut hervorgeht. Die Kuppelform kommt dadurch zustande, daß die seitlichen Hyphenverzweigungen immer reichlicher nach der unteren und inneren (gegen den Stiel gerichteten) Seite erfolgen. Endlich stellen sich die nach unten wachsenden Hyphenäste parallel nebeneinander und bilden die marginale Wachstumszone, welche die Verlängerung des Hutes über den Stiel abwärts vermittelt. Von der Hutkuppel laufen nach außen Hyphen, welche die Hutvolva bilden. Auch der Hutrand differenziert sich erst ein Stück hinter den Spitzen der Hutrandhyphen. Diese dem Hutrand entstammende, die Grundlage des Ringes bildende Partie nenne ich Hutrandvolva. Endlich erfolgt auch die Anlage der Lamellen oder vielmehr der von der Palisade (Hymeniumanlage) überkleideten, ebenen Hutunterseite etwas hinter den Enden der zuerst vorhandenen Hyphen der Hutunterseite. Diese Hüllhyphen nenne ich Hutunterseitenvolva. Sie kann zusammen mit der Stielvolva bei manchen Hutpilzen so reichlich sein, daß eine deutliche Ringhöhle vor der Entstehung der Lamellen nicht zur Erscheinung kommt. Die Lamellen wölben sich vor, ihre

Tramaelemente, die wesensgleich mit der Huttrama sind, gliedern seitlich Zellen ab, die anschwellen und zur Palisade, der Anlage des Hymeniums, werden. Auch die Enden der Trama an der Lamellenschneide schwellen beim Einstellen des Wachstums an und erscheinen dann als Grenzhaare oder Randcystiden. Die reichliche Häufung der Cystiden an den Enden der Hymenophore ist auf dasselbe zurückzuführen. Das Anschwellen der zweikernigen Tramazellen tritt auch an anderen Stellen sehr häufig in Erscheinung, so daß aus den Hyphen Kugelketten werden. Auch bei den Hutrandhyphen kann es erfolgen und an diesen Stellen die Trennung des durch die Hutrandhyphen gebildeten Ringes vom definitiven Hutrand vorbereiten, wie auch bei *Lycoperdon* oder *Geaster* die apikale Öffnung der Endoperidie, welche tramaler Abstammung ist, durch Lockerung und Anschwellen der Zellen des Geflechts geschieht.

Was die Hutvolva anlangt, so hören nach Brefeld (1877) ihre Hyphen und deren Zweige auf, in die Länge zu wachsen, sie schwellen rosenkranzförmig auf an den Stellen eingeschnürt, wo die Querscheidewände der Hyphen sitzen. Endlich blähen sie sich zu großen Kugeln auf, die sich ablösen und durch neue ersetzt werden. Diesen freien Kugeln folgen nach innen noch lose verbundene, kugelige Zellen, hieran schließen Fäden mit rosenkranzähnlichen Auftreibungen, welche kleiner werdend in normale Hyphen übergehen und sich in die Oberfläche des Hutes fortsetzen (vgl. Taf. 14 Fig. 1). Werden diese Ketten abgewischt, so bilden sie sich von neuem. Infolge der palisadenartigen Anordnung der Hyphen zerklüftet die Hutvolva radial und zerfällt in die turmartigen Häufchen. Die Volva verliert erst dadurch die Verbindung mit dem Hute, daß in der Gegend der Oberfläche des eigentlichen Hutes 2—3 Zellagen ihre Membranen verdicken. Ganz ähnlich werden bei *Amanita* diese Huthaarketten durch eine Lage verquellender Hyphen als Volva abgetrennt.

Wie oben erwähnt, haben diese Huthaare eine palisadenartige Anordnung, was zusammen mit ihrer Tramaherkunft an ein Hymenium erinnert. Es ist diese Erscheinung sozusagen die letzte Erinnerung daran, daß ursprünglich die ganze Hutfläche mit einem Hymenium bedeckt war. Heute ist dieses bei den meisten Hutpilzen auf die Hutunterseite beschränkt, während die Oberseite ganz steril ist oder eine sterile Hymenialpalisade trägt. Die Elemente derselben werden wiederholt als Cystiden oder Paraphysen ähnlich bezeichnet, so von Walker (1919) bei *Pluteus admirabilis*, von

Bucholtz (1901) bei *Elasmomyces Krjukowensis*, von Cavara (1897) bei *Elasmomyces Mattirolianus* usw.

Die Bildung von Conidien auf der Hutoberseite ist von mehreren höheren Basidiomyceten, wie Polyporaceen und Boletaceen bekannt. Die Entstehung der einzelnen Glieder der Kugelketten erfolgt nach obiger Beschreibung genau so wie die der einzelnen Conidien in Conidienketten. Es sind also die Volvakugelketten den Conidienketten homolog. Daran ändert nichts die Tatsache, daß die Glieder der letzteren keimfähig sind und neue Individuen hervorbringen können, während die Kugeln der ersteren steril sind. Denn beide Bildungen sind auf dasselbe zurückzuführen, nämlich Aufschwellen von peripheren Tramaelementen und eigentlich ist jede Tramazelle als zweikernige Zelle befähigt, ein neues Individuum hervorzubringen. Bei parasitischen Hutpilzen wie *Nyctalis parasitica* zerfällt auch tatsächlich die ganze Lamellentrama in Chlamydosporen, die ja ganz dasselbe sind wie die Glieder der Conidienketten. Auch der Umstand, daß die Kugelzellen der Volva, wie Kniep nachgewiesen hat, oft mehrere Kernpaare enthalten, spricht nicht gegen unsere Ansicht, wie die späteren Ausführungen klar zeigen sollen. Endlich könnte noch als Einwand vorgebracht werden, daß auch die Volva von *Lycoperdon* ganz denselben Aufbau mit derselben Zerklüftungsart aufweist und daß doch dort von einem Hute und mithin einer sterilen Hymenialpalisade nicht die Rede sein könne. Nun ist hier nach meinen Darlegungen (1924, 3) ein feinkoralloider Fruchtkörper vorhanden, der durch ein kappenförmiges, peripheres Bildungsgeflecht vergrößert wird. Dieses erzeugt nach innen zu fortwährend Trama und Hymenium (also kurz Tramaelemente), indem es die feinen Fruchtkörperzweige verlängert, nach außen gibt es radial gestellte Hyphen ab, die in ihrer Form genau den Kugelketten der *Coprinus*-Volva gleichen. Es sind auch hier wieder tramale Elemente, welche die Kugelketten erzeugen. Was an einer sterilen Hutoberfläche möglich war, muß umso verständlicher an den Enden wachsender Hymenophore sein. Schließlich sei nur kurz erwähnt, daß nach meiner Auffassung (1924, 3 u. 1925, 2) die hütigen Pilze aus den koralloiden hervorgegangen sind, was sich noch heute in allen Hymenophorformen (Stoppeln, Röhren, Blättern) ausprägt.

Wir können also mit Recht sagen, daß oft in steril gewordenen Hymenialgegenden Kugelketten auftreten.

Andererseits kennen wir wieder Fälle, wo wahrhafte Hymenialelemente zu solchen Kugelketten auswachsen. Hierher gehören die

von Hoehnel und Litschauer (1907) bei *Peniophora Aegerita* festgestellten Hymenialbulbillen, die bis dahin als ein eigentlicher Pilz, *Aegerita candida*, angesehen wurden. Hoehnel schreibt, daß die *Aegerita candida* aus sterilen abnorm entwickelten und verlängerten und miteinander zu kugeligen Gebilden verwachsenen Basidien samt Tragzellen der *Peniophora* besteht (vgl. auch Engler u. Prantl, 1900, Bd. I, 1**, Fig. 258 A u. B).

Auch die pseudoparenchymatischen Partien der Peridie vieler Gastromyceten, wozu auch das Receptaculum der Phalloideen gehört (Lohwag 1924, 1, 3 u. 1925, 1, 2) ist auf denselben Vorgang zurückzuführen. Stößt eine Hymenialanlage (Palisade) gegen ein lockeres Geflecht, so wachsen die Palisadenelemente in dieses Geflecht aus, ihre Zellen schwellen an, füllen die Lücken dieses Geflechts aus und es entsteht auf diese Weise ein festes pseudoparenchymatisches Geflecht. Weil die Kugelketten von *Coprinus*, *Lycoperdon* usw. ins Freie vorstoßen, können sie sich nicht zu einem festen Geflecht zusammenschließen. Denn die palisadenartige Anordnung der Bildungshyphen läßt nur eine radiale Wachstumsrichtung zu. Liegt aber ein lückenreiches Geflecht vor der Palisade, so werden die zum Auswachsen angeregten Palisadenzellen nicht nur von der geraden Richtung abgelenkt, sondern es wird durch ihr Anschwellen und die zwischen ihnen eingeklemmten Hyphen des anderen Geflechts ein fester Zusammenhalt eingeleitet.

Ganz anderer Entstehung sind die kleinzelligen Pseudoparenchyme, wie sie z. B. oft vom Subhymenium dargestellt werden. Hier ist es die durch die reichliche Verzweigung der Tramahyphen bedingte innige Verflechtung sehr kurzer Zellen, welche diese Erscheinung hervorruft.

Auf das blasige Aufschwellen der Tramazellen sind auch die Knäuelfruchtkörper zurückzuführen, die Zattler (1924) in Kulturen von *Schizophyllum commune* erhielt. Er schreibt: „Diese seltsamen Knäuelgebilde streuen, wie man sich leicht überzeugen kann, Sporen und zwar reichlich, wenn auch nicht in solchen Mengen wie gut entwickelte Normalfruchtkörper. Auf Schnitten sieht man, daß sie aus einer dichten Hyphenverflechtung bestehen, die pseudoparenchymatisch ist. Gegen die Oberfläche richten sich die Hyphen ziemlich parallel. Viele, aber lange nicht alle dieser Hyphen tragen am Ende eine typische viersporige Basidie."

Ich habe diese vielen und verschiedenen Orts auftretenden Fälle erwähnt, um recht deutlich vor Augen zu führen, daß im Zweikernstadium das Anschwellen der Zellen eine außerordentlich häufige

und weit verbreitete Erscheinung ist. Sie führt teils zu Conidien, teils zu eigentümlichen Volvabildungen, teils zu Trennungsgeweben, teils zu pseudoparenchymatischen Peridienpartien. Es ist uns daher schon jetzt klar, daß auch die Möglichkeit gegeben ist, daß wie in sterilen Hymenialpartien Conidien, so auch in fertilen aus jeder aufgeblähten Zelle eines Tramafadens eine Basidie hervorgeht, wie es uns besonders auffällig *Sirobasidium* unter den Tremellineae vor Augen führt. Ist es da eine einzig dastehende Erscheinung, wenn bei *Puccinia* 2 Basidien (Teleutosporen), bei *Phragmidium* mehrere, ja bei *Phragmidium carbonarium* 12—20 Basidien in Perlschnur ähnlichen Ketten gebildet werden, die wie die Conidienketten in basipetaler Richtung an Größe abnehmen?

Der Vergleich aller dieser Bildungen miteinander wird jetzt noch zumindest sehr gewagt erscheinen, später aber mit einem Schlag als richtig erkannt werden.

Der Entwicklungsgang einer Uredinee.

Aus den einkernigen Sporidien, also den Basidiosporen, geht ein Einkernmycel hervor, welches Einkernconidien, nämlich die Spermatien, erzeugt, eine, wie wir gesehen haben, auch bei höheren Basidiomyceten auftretende Bildung. Der Unterschied ist der, daß bei den Uredineen diese Einkernconidien in eigenen Behältern (Pycniden, Spermogonien) gebildet werden, doch ist die Formgestaltung sehr einfach: von allen Seiten zusammenneigende Träger und Bildner der Spermatien, an der Öffnung des Behälters eventuell ein Saum steriler Hyphen als Mündungsparaphysen.

Da diese Spermatien „Einkernconidien" sind, müssen sie immer vor den übrigen Sporenformen auftreten, da sowohl Aecidio- wie Uredo- und Teleutosporen zweikernig sind. Auch hier geht aus den Einkernmycelien durch Kernübertritte das Zweikernmycel hervor, wobei es ebenfalls zu keiner Kernverschmelzung sondern nur zu einem Kernpaar kommt, das sich von nun ab conjugiert teilt. Daher tritt in allen weiteren Conidien ein Kernpaar auf; sie sind also Diploidconidien. In der Teleutospore endlich erfolgt die Verschmelzung des Paarkernes zu einem großen Kern. Bei der Keimung tritt aus der Teleutospore ein Schlauch hervor, Promycel genannt, welcher nach Eintritt der durch Reduktionsteilung entstandenen 4 Kerne durch Querwände in 4 Zellen geteilt wird, deren jede an einem hervorsprossenden Sterigma eine Spore abschnürt. Die Teleutospore mit ihrem Promycel stellt also eine Phragmobasidie dar und wir haben mithin im wesentlichen dasselbe wie bei *Coprinus*: Ein-

kernconidien, Zweikernconidien (Aecidiosporen und Uredosporen), endlich Basidien, die 4 Sporen bilden.

Ich möchte schon jetzt darauf hinweisen, daß sich bei der Ähnlichkeit der Teleutospore mit der Uredospore, bei dem unzweifelhaften Basidiencharakter der ersteren und dem Conidiencharakter der letzteren, mit Wucht der Gedanke aufdrängen muß, ob nicht eine junge (d. h. noch nicht mit Promycel versehene) Basidie einer Conidie homolog ist. Schon BREFELD (1889) hat bei anderen Pilzen etwas Ähnliches gesehen und die Basidie aus dem Conidienträger abgeleitet. Er stellte die Behauptung auf, daß sich die Basidie mit ihrer bestimmteren Form und Sporenzahl aus dem in Form, Größe und Sporenzahl stark veränderlichen Conidienträger durch Konstantwerden dieser Eigenschaften entwickelt hat. Heute erscheint uns dies unmöglich, da doch in der Basidie allein die ungeheuer wichtige Kernverschmelzung stattfindet, von der im Conidienträger nichts angedeutet ist. Wir werden sehr bald sehen, daß einerseits trotz dieser verschiedenen Kernverhältnisse die Basidie in den einen Fällen einer Conidie, in den anderen einem Conidienträger homolog ist und daß sich andererseits die Basidie nicht, wie BREFELD meint, aus dem Conidienträger entwickelt hat. Ja es wird sich zeigen, daß BREFELD ganz Falsches miteinander homologisiert hat. Vorher müssen wir jedoch noch anderes klarstellen.

Hypo- und Epibasidie.

Führen wir uns noch einmal eine gekeimte Teleutospore vor Augen, so haben wir hier einen dicken unteren Teil (die Teleutospore selbst) und einen schmalen, oberen Teil (das Promycel). Dieselben Verhältnisse fand NEUHOFF l. c. bei den meisten Auriculariaceen: er bezeichnete nun den bauchigen Teil, in welchem die Kernverschmelzung vor sich geht, als Hypobasidie und den schmäleren oberen Teil, in welchem die Reduktionsteilung erfolgt als Epibasidie. Es ist also nicht, wie die einen meinten, das Promycel der Basidie, auch nicht wie andere sich ausdrückten, die Teleutospore selbst der Basidie homolog, sondern die Hypo- und Epibasidie zusammen sind erst die Basidie und sind als solche bei den Auriculariaceen bereits deutlich entwickelt. Für das Verständnis meiner weiteren Ausführungen möchte ich zu NEUHOFF's klaren Darstellungen eines hinzufügen. Zuerst ist nur die Hypobasidie da, später tritt aus der Hypobasidie die Epibasidie hervor, endlich wird durch Entleerung des Inhaltes der Hypobasidie in die Epibasidie die erstere immer

undeutlicher. Die Hypobasidie ist mithin eine junge Basidie. Und wie zunächst eine Hypobasidie (Teleutospore), ähnlicher einer Conidie als einer Vollbasidie (Teleutospore und Promycel) ist, so ist auch bei den Holobasidiomyceten z. B. einem *Coprinus* die junge Basidie ähnlicher einer Conidie als einer Vollbasidie, nämlich einer Basidie mit Sterigmen und Sporen. Eine Basidie durchläuft also mehrere Stadien: Zuerst tritt eine Anschwellung der Zelle und ihrer Kerne ein, wodurch sie sich von ihrer Fußzelle unterscheidet, hierauf erfolgt die Kernverschmelzung unter weiterer Aufblähung der Zelle und Hervortreten der Epibasidie. In dieser vollzieht sich die Reduktionsteilung, dann Querwandbildung, und schließlich treiben die Zellen lange Sterigmen, deren Enden zu Sporen anschwellen, in welche die Kerne hineinwandern.

Bei den Tremellaceae sind diese Vorgänge nicht so räumlich getrennt. Hier erfolgt auch die Reduktionsteilung in der Hypobasidie und die Kerne treten dann in die 4 Epibasidien ein, die an ihrem Ende die dünnen Sterigmen und Sporen ausbilden.

Noch weniger deutlich sind die einzelnen Stadien der Basidienentwicklung bei den Holobasidiomyceten ausgeprägt. Hier spielen sich die ersten Vorgänge in einer einfach anschwellenden Zelle ab und erst mit dem Hervortreten der Sterigmen mit den Sporen erhält sie ihr charakteristisches Aussehen. Wenn aber die Basidie in irgendeinem Punkt ihrer Entwicklung stecken bleibt, werden wir sie doch als Basidie oder deren Jugendzustand ansehen müssen. So kann z. B. die Einwanderung der Kerne in die Sporen unterbleiben, oder es kann nur zur Ausbildung von Sterigmen kommen oder es fehlt auch das und es tritt nur Kernverschmelzung ein oder endlich auch diese bleibt aus und es tritt nur eine Aufblähung einer Zelle ein, die genau an jener Stelle sitzt, wo sich sonst eine typische Basidie befindet. Wenn diese Zelle abfiele, hieße sie Conidie. Mit dieser Bezeichnung bringt man aber die Anlage zu einer Basidie mit etwas ganz anderem, nämlich den „Einkernconidien", in Beziehung. Den Beweis dafür, daß junge Basidien abfallen, werde ich später erbringen. Ich mußte nur hier anläßlich der Bezeichnung „Hypo- und Epibasidie" meinen Standpunkt klarstellen, da Neuhoff zur Begründung dieser Bezeichnung folgendes anführt:

„In der Basidie erfolgt vor Bildung der Sporen Verschmelzung der beiden Kerne (Wettstein, 2. ed. p. 193). Durch diesen Satz, der heute allgemein anerkannt sein dürfte, hat die Zytologie ein sicheres Kriterium für die Basidie geschaffen: Dasjenige Organ, in

dem die Karyogamie stattfindet, hat die Bezeichnung Basidie zu führen, gleichgültig, wieviel Sporen von diesem Organ abgegliedert werden. Dadurch ist die Anschauung BREFELD's, daß die Basidie sich aus einem Conidienträger durch Konstantwerden der Sporenzahl entwickelt habe, endgültig erledigt und die ältere Ansicht DE BARY's von der Homologie von Askus und Basidie wieder hergestellt worden."

Gewiß ist auch nach meiner Auffassung die Herleitung der Basidie vom Conidienträger unhaltbar, wohl aber umgekehrt die des Conidienträgers bzw. der Conidie von der Basidie zweifellos richtig. Richtig ist, daß, wo Kernverschmelzung stattfindet, sicher eine Basidie vorliegt. Unhaltbar jedoch ist, daß überall dort, wo keine Kernverschmelzung eintritt, kein Basidiengebilde vorliegt. Wir kennen doch heute z. B. mehrere Fälle von typisch einkernigen Basidien, in denen also sicher keine Kernverschmelzung eintreten kann, und trotzdem müssen wir dieses Organ als eine richtige Basidie ansprechen, wie ja doch auch eine unbefruchtete Eizelle eine Eizelle bleibt.

Da nun in der Hypobasidie die Kernverschmelzung stattfindet, ist NEUHOFF vollständig berechtigt, wenn er sie zur Basidie rechnet und nicht „als ein Anhangsorgan betrachtet, das lediglich den Zweck habe, die Stoffe für den Aufbau der „Basidie" bereitzustellen (A. MÖLLER)".

Andererseits muß mir zugegeben werden, daß dieses Organ auch dann eine Hypobasidie bleibt, wenn sie keine Epibasidie austreibt. Ferner ist doch der Fall als möglich anzusehen, daß auch die Kernverschmelzung unterbleibt, indem die Entwicklung, die bis zu diesem Moment normal verlaufen war, aus gewissen Umständen abbricht, wie ja alle anderen oben erwähnten abnormen Erscheinungen an der Basidie vorkommen.

Der Kernübertritt bei den Uredineen.

Solange nur für die Uredineen durch BLACKMAN und CHRISTMAN die Entstehung der Paarkernigkeit durch Kernübertritte genau bekannt war und die Untersuchungen KNIEP's über die geschlechtsverschiedenen Einspormycelien bei höheren Basidiomyceten noch fehlten, konnte man tatsächlich der Meinung sein, daß nur den Uredineen noch Reste der Sexualität zukommen. Die von CHRISTMAN bei *Phragmidium speciosum* festgestellte Bildungsweise der Aecidiosporen veranlaßte LOTSY (1907), die Erscheinungen mit denen bei

Florideen zu homologisieren. Da für unsere späteren Darstellungen die Kenntnis der Vorgänge bei der Bildung des Paarkernes von Wichtigkeit ist, wollen wir uns einige Fälle genauer betrachten.

Bei *Phragmidium speciosum* schneiden zwei nebeneinander und parallel vorwärts wachsende Einkernhyphen an ihrer Spitze eine kleine Zelle ab, welche LOTSY für eine rudimentäre Trichogyne hält, während die darunter liegende Zelle nach ihm das Oogonium ist.

Die Trichogynen degenerieren und die Oogonien copulieren. Hierbei tritt jedoch keine Kernverschmelzung ein, sondern durch Verschwinden der trennenden Wände vereinigen sich die beiden Oogoniumzellen zu einer, wobei die Kerne zu einem Paarkern zusammentreten. Die beiden Kerne teilen sich conjugiert, der Scheitel des Zygo-Oogoniums verlängert sich, in diese Verlängerung tritt das eine Tochterkernpaar ein, während das andere in das Oogon zurücktritt. Der obere Teil wird nun durch eine Querwand von den Tragfäden abgetrennt; diese erste Zweikernzelle stellt die Aecidiosporenmutterzelle dar, die durch eine weitere Querteilung in eine Aecidiospore und eine rudimentäre Zelle (Interkalarzelle) zerfällt. Dieser Vorgang wiederholt sich und so bildet jedes Oogoniumpaar eine aus Aecidiosporen und interkalaren Zellen bestehende Kette.

LOTSY sieht also hier ein deutliches Oogonium mit rudimentärer Trichogyne und in den Spermatien wegen ihres großen und dichten Kerns zweifellos männliche Zellen, die bei einer hypothetischen Urform sich an die Trichogyne angeheftet haben mußten, jetzt aber funktionslos geworden sind. Mit der Besprechung der folgenden Fälle wird es sofort klar, daß zumindest die Trichogyne eine durch gar nichts gerechtfertigte Annahme ist, wie übrigens auch dieser erste Fall schon zeigt. Wenn wir in den anderen Fällen keine Trichogyne sehen, muß da nicht auffallen, daß sich dieses Organ von den Florideen bis zu *Phragmidium* — gewiß ein weiter Weg — erhalten haben soll, während es innerhalb der Uredineen ganz verschwindet?

„Wir haben es, sagt LOTSY, hier also mit einem Fall von weiblicher Befruchtung zu tun, da zwei Oogonien zusammen copulieren. Da das Oogon auf der X-Generation gebildet wird, besteht kein fundamentaler Unterschied zwischen dem Oogonkern und einem Kern der vegetativen Mycelzellen. Man könnte sich also a priori noch zwei Weisen vorstellen, in welchen das gleiche Resultat erreicht werden könnte, nämlich durch Copulation eines Oogons mit einer vegetativen Zelle und durch Copulation zweier vegetativen Zellen. Beide Fälle sind in der Tat realisiert.“ Ersterer wurde

von Blackman bei *Phragmidium violaceum* beschrieben, indem hier in das eine Oogon ein Kern eintritt, der aus der unter dem anderen Oogon liegenden vegetativen Zelle stammt. Der andere Fall wurde von Blackman und Fraser bei *Uromyces Poae* gefunden: „Die Einkernhyphen auf *Ficaria* bilden funktionslose Spermatien auf der Oberseite und eine Masse verwebter Hyphen direkt unter der Epidermis der Unterseite des Blattes. Diese Hyphenmasse differenziert sich in einen unteren aus uninucleären Zellen und einen oberen, aus großen und fast leeren Zellen bestehenden Teil. Es treten im unteren Teil immer mehr binucleäre Zellen auf, die sich zu einer Aecidiosporen und interkalare Zellen bildenden Schicht arrangieren."

Während Blackman überzeugt ist, daß es sich hier um Oogonien handelt, die durch Kopulation mit einer vegetativen Zelle zweikernig werden, meint Lotsy, daß hier eine weitere Reduktion stattgefunden hat und nur zwei vegetative Zellen miteinander kopulieren. Trichogyne wurden nicht festgestellt.

Bei *Puccinia Poarum* endlich wurde von Blackman das Entstehen von Aecidiosporen sowohl nach der eben geschilderten Weise wie durch Copulation zweier vegetativer Zellen nachgewiesen.

Wenn wir diese Verhältnisse mit denen von Kniep bei den Basidiomyceten gefundenen vergleichen, so muß man zu der Überzeugung kommen, daß es sich hier um ganz dasselbe handelt. Es finden Kernübertritte zwischen eng aneinander liegenden Einkernhyphen statt und es entsteht auf diese Weise das Zweikernstadium, das über kurz oder lang in Sporen zerfällt; bei *Phragmidium speciosum* wird sofort die erste Zweikernzelle zur Spore, was nur einen unter allen denkbaren Fällen darstellt.

Wenn die Verhältnisse bei allen Uredineen so lägen wie bei *Phragmidium speciosum* könnte man an eine besondere Stellung der Uredineen denken, auch wenn man die Homologisierung mit Oogonium und Trichogyne ablehnt. So aber wird man diese gegenüber den anderen Fällen etwas kompliziert erscheinende Bildungsweise bei *Phr. spec.* als eine Folge des parallelen Hinaufwachsens der Mycelfäden ansehen müssen, wobei die beiden obersten Zellen infolge ihrer exponierten Lage zu Schutzzellen reduziert wurden.[1])

[1]) Etwas Ähnliches gibt Dodje bei *Gymnosporangium* an: „Die unmittelbar unter der Epidermis oder Korkschicht des Wirtes liegenden Endzellen der jungen teleutosporenbildenden Zellreihen vergrößern sich und werden plasmaleer; sie stellen eine Art Pufferzellen zur Abhebung der bedeckenden Gewebeschicht der Nährpflanze dar. Die Teleutospore selber entsteht dann aus der nächstfolgenden Zelle, welche sich in die Pufferzelle vorwölbt und sie durchwächst."

Die Zwischenzellen bei den Aecidiosporen hält Brefeld, was bei dieser Ge-

„Das Aneinanderlegen und Verschmelzen der beiden fertilen Fäden scheint uns, sagt NIENBURG (Pilze und Flechten), vielmehr an die Verhältnisse bei den Zygomyceten und manchen einfachen Askomyceten zu erinnern, wo sich auch zwei ganz gleich gestaltete Zellen aneinanderlegen und miteinander verschmelzen."

Aus dem Gesagten geht hervor, daß wir es bei den Aecidiosporen tatsächlich, wie NEUHOFF meint, mit nichts anderem als Diploidconidien zu tun haben. Ich setze noch hinzu, daß sie den Zellen der Volvakugelketten höherer Basidiomyceten homolog sind, was freilich erst später deutlich werden wird.

Somit bleiben von den 5 verschiedenen Sporen der Uredineen nur mehr die Uredosporen übrig, die von allen Autoren und auch zuletzt noch von NEUHOFF für eine Neuerwerbung unzweifelhafter Art angesehen werden. Um deren Homologa aufzudecken, muß ich auf die Hymenialverhältnisse der höheren Basidiomyceten näher eingehen.

Das Hymenium der höheren Basidiomyceten.

Wir haben eingangs kurz erwähnt, daß die Tramahyphen seitlich Zellen abgliedern, die etwas anschwellen. Diese Zellen ordnen sich parallel zu einer „Palisadenlage" an, welche die Anlage des Hymeniums darstellt. Bei genauerer Untersuchung stellte sich nun heraus, daß sich das Hymenium der Basidiomyceten aus Basidienbüschel zusammensetzt, welche, soweit meine Erfahrung reicht, überall sympodialen Aufbaues sind. D. h. die erst entstandene Basidie gibt aus ihrer Fußzelle eine neue Basidie samt Fußzelle ab, aus letzterer sproßt wieder eine Basidie mit Fußzelle, aus letzterer geht wieder dasselbe hervor usf. Bei diesem Aufbau ist es klar, daß in jedem Büschel verschieden alte Basidien vorkommen. Die jüngsten, noch unreifen Basidien erscheinen uns bei Pilzen mit lang andauernder Sporenbildung als Paraphysen, da die Elemente, die keine Sporen tragen und sonst in Form und Größe den Basidien nahe stehen, als Paraphysen bezeichnet werden. Bei den Coprini, bei denen die Basidien nur ganz kurze Zeit Sporen bilden, müssen die Paraphysen steckengebliebene junge Basidien sein. MAIRE (1902) nennt sie „avortées"-Basidien. Wenn er darunter fehlgeschlagene versteht, bin ich einverstanden, wenn er sie aber für Frühgeburten hält, dann nicht, denn sie stellen wie bei allen anderen Pilzen „Spätgeburten" dar, d. h. später geborene als die von uns als Basidien erkennbaren Zellen. Gerade das Hymenium

---

legenheit erwähnt sei, für dasselbe wie die Begrenzungszellen bei *Mucor racemosus* oder *Nyctalis parasitica*.



eines *Coprinus* mit seiner außerordentlich großen Gesetzmäßigkeit beweist uns dies. Aus den in allen Büchern dargestellten Flächenansichten eines *Coprinus*-Hymeniums ist bekannt, daß die Basidien in gleichen Abständen voneinander stehen und daß um sie herum die Paraphysen in regelmäßiger Weise angeordnet sind. Ebenso ist bekannt, daß bei Cystiden führenden *Coprini* die Cystiden d i e Stellen des Maschennetzes einnehmen, an denen sonst nur Basidien

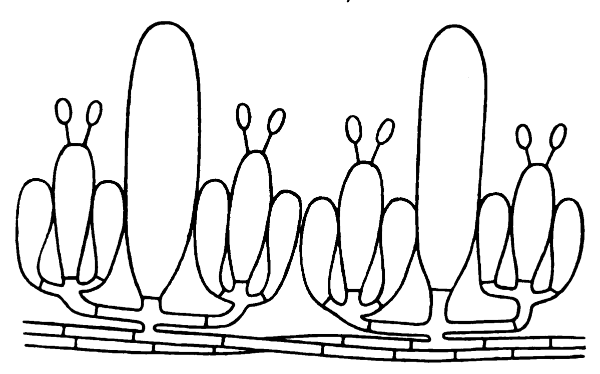


Fig. B.

Schema eines *Coprinus*-Hymeniums mit Cystiden. Konstruiert auf Grund der bekannten Tatsache, daß sich das Hymenium der Basidiomyceten aus Büscheln zusammensetzt und daß diese Büschel, soweit sie untersucht sind, sympodial aufgebaut sind. Tatsächlich erklärt sich dadurch die regelmäßige Stellung der Basidien und Paraphysen und die Erscheinung, daß die Cystiden bei Coprini dort stehen, wo sich sonst Basidien befinden. Es sind zwei sympodial gebaute Büschel gezeichnet. Die Cystide ist in jedem die erste Endzelle, aus deren Fußzelle sich rechts und links Äste abzweigen, die zu Basidien werden, aus deren Fußzellen als jüngste Glieder die Paraphysen hervorgehen. In der Mitte des Bildes stoßen zwei Paraphysen aneinander, was gewöhnlich in der Wirklichkeit nicht der Fall ist, doch muß man bedenken, daß sich die Paraphysen des einen Büschels zwischen die des anderen schieben, so daß die beiden Paraphysen im Bilde eigentlich übereinander zu liegen kämen. Die Verzweigungsäste der Büschel machen das aus, was man als Subhymenium bezeichnet. In der Figur wurden der Deutlichkeit halber nur wenige der tatsächlich auftretenden Wände des Subhymeniums eingezeichnet.

stehen. Schon das mußte frühzeitig zu der Annahme führen, daß die Cystiden Homologa der Basidien sind. Konstruieren wir uns nun ein aus sympodial aufgebauten Basidienbüscheln bestehendes Hymenium, so erhalten wir das in Fig. B dargestellte Schemabild: Jedes Büschel besteht aus einer zuerst entstandenen Zelle, der großen Cystide; aus deren Fußzelle sind rechts und links zwei Schläuche herausgesproßt, die zu Basidien werden; aus deren Fußzelle entspringen wieder seitlich Schläuche, die zu den Para-

physen werden. Der sympodiale Aufbau erklärt uns 1. daß die Cystiden an der Stelle stehen, wo sich sonst die Basidien befinden; 2. daß die Basidien aller Büschel gleichzeitig reif sind; 3. daß zwischen den Basidien die Paraphysen stehen (die in der Mitte nebeneinander stehenden Paraphysen müssen übereinander liegend gedacht werden, da sich ja die Paraphysen des einen Büschels zwischen die des anderen schieben); 4. daß bei Vorhandensein zahlreicher Tramafäden ein Hymenium, d. h. eine geschlossene Lage untereinander paralleler und auf die Tramafäden normaler Schläuche — zustande kommen muß; 5. daß bei armfädiger Tramalage kein geschlossenes Hymenium zustande kommen kann, sondern nur locker stehende Basidienbüschel oder -knäuel, wie wir es bei gewissen Corticieen und den Plectobasidiineae unter den Gastromyceten finden. Tatsächlich kommen bei letzteren niemals kräftige Hymenophore, sondern nur schwache „Tramaadern" vor. Bei fest gefügten Hymenophoren können die einzelnen Tramafäden nur nach der freien Außenseite hin Basidienbüschel bilden und diese setzen dann das Hymenium zusammen. Der scheinbar so große Unterschied zwischen Eugastromyceten und Plectobasidiineae klärt sich so ganz einfach auf (LOHWAG 1925, 1, 2).

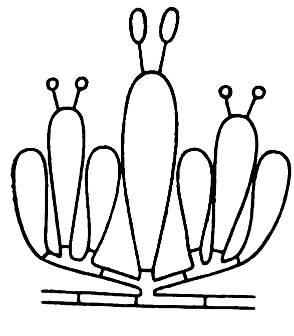


Fig. C.

Fig. C. Basidienbüschel eines *Coprinus* mit frühreifen und spätreifen Basidien nach demselben sympodialen Aufbau konstruiert. Es ist daraus sofort ersichtlich, daß, wie ich behaupte, aus den frühreifen Basidien die Cystiden der Coprini hervorgegangen sind.

BULLER (1915) hat nun bei *Coprinus sterquilinus* u. a. zweierlei Basidien festgestellt: lange, frühreife und kurze, spätreife. Diese Erscheinung und die regelmäßige Verteilung der beiden Basidienarten ist wieder ohne weiteres aus dem sympodialen Aufbau der Basidienbüschel klar, wie es Fig. C schematisch darstellt. Diese frühreifen und langen Basidien sind aber nach meiner Meinung zweifellos die Vorläufer der Cystiden. Denken wir uns diese Basidien stark verlängert, so erhalten wir ein Büschel von Fig. B. Daß solche Frühbasidien keine Sporen und Sterigmen ausbilden, ist keine einzig dastehende Erscheinung. Denn es tun dies die bereits als Homologa der Basidie erkannten Paraphysen ja auch nicht. Daß sie infolge ihrer frühzeitig erfolgten Entstehung die anderen Elemente des Büschels überragen und „Stützpfostenfunktion" übernommen

haben, ist nur zu verständlich. Die Cystiden unterscheiden sich in vielen Fällen von den Paraphysen nur durch die Größe. Nun beobachtete R. WETTSTEIN (1887), daß die an den Lamellenkanten von *Coprinus tomentosus* reichlich vorhandenen Cystiden zu einem den Stiel umgebenden Gewebe verwachsen. Die Entwicklung dieser Scheide „erfolgt manchmal dadurch, daß nahe dem Lamellenrande stehende Cystiden verwachsen; an diese verwachsenden Zellen legen sich benachbarte Paraphysen, die ihr Volumen bedeutend vergrößern, an und verwachsen nun gleichfalls mit ihnen. Dies ist der einzige Fall, in dem Paraphysen zu Cystiden werden". Uns muß dies um so mehr freuen, als dies bei den so exakt aufgebauten Coprini festgestellt worden ist. Denn nur bei diesen läßt sich infolge der regelmäßigen Anordnung der Hymenialelemente die Unterscheidung von Basidie, Paraphyse und Cystide auch in stark veränderten Teilen genau durchführen. Schließlich hat BRUNSWIK (1924) eine außerordentlich wertvolle Feststellung gemacht, indem er in den Paraphysen zweier *Coprinus*-Arten Kernverschmelzung konstatierte. Es beweist uns dies unwiderleglich, daß auch die Paraphyse von Coprinus, trotzdem sie niemals Sporen bildet, ein Homologon der Basidie ist. Nach NEUHOFF's oben aufgestelltem Satze müßten wir eine solche Paraphyse wegen ihrer Kernverschmelzung als Basidie bezeichnen, was doch ganz unmöglich ist, da diese Erscheinung nur außerordentlich selten auftritt und gerade die Paraphysen der Coprini im Gegensatz zu denen der meisten anderen Pilze schon durch ihre regelmäßige Anordnung gut charakterisiert sind. Diese Kernverschmelzung widerspricht auch dem von MAIRE aufgestellten Gegensatz, daß die Paraphysen der Pilze mit langandauernder Basidienbildung junge Basidien sind, während die der Coprini „avortées" sind und als solche daher immer zweikernig bleiben. Es sind, wie ich behauptete, eben spätgeborene Basidien wie die der übrigen Pilze, es kommt in ihnen bis auf Einzelfälle nicht mehr zur Kernverschmelzung.

Wenn wir die Ausdrücke NEUHOFF's auf die Holobasidie übertragen, so müssen wir die junge Holobasidie, die noch keine Sterigmen und Sporen ausgebildet hat, mit Hypobasidie bezeichnen. Dann müssen wir die Paraphyse mit Kernverschmelzung als wirkliche Hypobasidie ansehen und die Paraphysen, in denen keine Kernverschmelzung eintritt als ein Jugendstadium der Hypobasidie oder als ein Homologon der jungen Hypobasidie ansehen. Nun haben wir nach WETTSTEIN gesehen, daß Paraphysen zu Cystiden werden, d. h. daß auch zwischen Cystiden

und Paraphysen der Unterschied verschwinden kann, endlich wissen wir, daß die Cystiden an Stelle der Basidien stehen und daß sie jedenfalls aus BULLER's frühreifen Basidien hervorgegangen sind: das alles zusammen ergibt, daß die Cystiden frühgeborene Basidien sind, die als erste Elemente der sympodialen Basidienbüschel entstehen, die aus uns unbekannten Gründen stark aufschwellen und daher steril bleiben und zur Zeit der Basidienreife schon wieder teilweise oder ganz verschwunden sein können. Die letzte Erscheinung macht uns begreiflich, warum so oft die Angaben über das Vorkommen von Cystiden bei einem und demselben Pilz divergieren (vgl. *Secotium* bei CONARD (1915) und LOHWAG (1924, 2)). Während bei den meisten Pilzen dieses frühe Erscheinen und Verschwinden der Cystiden das Gesamtbild nicht außerordentlich zu beeinflussen vermag, verursacht es doch in manchen Fällen Erscheinungen, die bis jetzt unerklärlich waren. So sind bei *Leucogaster* die jugendlichen Kammern durch ein lockeres Pseudoparenchym erfüllt, welches dann verschwindet und dem Hymenium Platz macht. Dieses Pseudoparenchym wird nach meiner Meinung von frühgeborenen Basidien oder, was dasselbe ist, Cystiden gebildet. Denken wir uns den oben von WETTSTEIN an den Kanten der *Coprinus*-Lamellen sich abspielenden Vorgang von zu einer pseudoparenchymatischen Stielscheide verwachsenden Cystiden in das Innere von Kammern verlegt, so muß es zu den geschilderten Verhältnissen kommen. Auch die Vorgänge in den Knäueln der Plectobasidiineae werden dadurch verständlicher: ihre Größe, das Verschwinden von Hyphen und das Auftreten von Basidien zeigt uns, daß es derselbe Vorgang ist. Sind wir also überzeugt, daß die Cystiden[1]) und Paraphysen Basidiengebilde sind, daß erstere frühgeborene, letztere spätgeborene Basidien darstellen, so ist mit einem Schlage klar, daß die

Uredosporen frühgeborene Basidien

sind, die also den Cystiden nicht funktionell jedoch genetisch zu vergleichen sind. Daher treten sie oft in denselben Lagern wie die Teleutosporen auf, daher sehen sie diesen manchmal sehr ähnlich.

[1]) Selbstverständlich gilt dies nicht für alle Cystiden. Aber daran ist nicht diese Erklärung schuld, sondern die Zusammenfassung der merkwürdigsten Gebilde unter dem Namen Cystiden, sofern sie über die Hymenialfläche hervortreten und keine Sporen tragen. Die groben, dickwandigen Borsten vieler Hymenomyceten haben mit Hymenialgebilden nichts zu tun und scheiden hier selbstverständlich aus (LOHWAG 1924, 3 u. 1925, 2).



(Da sie frühgeborene Basidien sind, können sie der Hypobasidie = Teleutospore ähnlich sein).

So hätten wir denn die Homologa aller Sporenformen der Uredineen bei *Coprinus* wieder gefunden. Damit ist natürlich nicht gemeint, daß wir eine Beziehung zwischen beiden herstellen können. Der Vergleich ist nur möglich, weil die Uredineen und *Coprinus* entwicklungsgeschichtlich sehr genau studiert sind. Aus den Betrachtungen ergibt sich aber, daß die Uredineen von Fruchtkörperpilzen abzuleiten sind, deren Fruchtkörper infolge der parasitischen Lebensweise aufs stärkste reduziert sind. Sehen wir uns nach solchen Pilzen um, so können es nur die Auriculariaceen sein, mit denen sie nicht nur durch die Basidienform aufs innigste verknüpft sind, sondern auch fast alle Sporenformen gemeinsam haben. Betrachtet man die Aecidiosporen als Diploidconidien, die auch sonst weit verbreitet sind, so müßten sich die Homologa der Uredosporen ebenfalls bei den Auriculariaceen finden. Bei diesem Gedankengang erinnerte ich mich, daß ich gerade bei den Auriculariaceen vor langer Zeit zu dem Schluß gekommen war, daß eine Conidie das Homologon einer jungen Basidie ist, daß also solche Conidien steril gewordene Basidien sind, die sich abtrennen und daher als Conidien erscheinen.

Beweise dafür, daß Conidien frühgeborene Basidien sind:

1. Vorerst seien die Hymenialverhältnisse von *Jola javensis* nach E. Gäumann's (1922) genauen Angaben wiedergegeben. Interessanterweise ist diese Auriculariacee ein Parasit auf Moossporogonen, wie überhaupt die wenigsten Auriculariceen Humusbewohner sind. Bei diesem Pilz schwellen die Enden der Tramafäden keulig an, grenzen sich durch eine Querwand ab und lassen bald die schmälere Epibasidie hervorgehen. Nun bildet sich aus der Fußzelle der jungen Basidie ein seitlicher Fortsatz, der bald nach oben umbiegt und eine Hypobasidie darstellt, die alsbald mit einer Epibasidie keimt. Diese sekundäre Basidie drängt die erst gebildete zur Seite und stellt sich selbst in die Längsrichtung des Tramafadens. Hierauf entsteht aus der Fußzelle dieser sekundären Basidie in ganz gleicher Weise eine tertiäre, welche die sekundäre zur Seite schiebt usf., so daß das in Fig. D (nach Gäumann) dargestellte Bild entsteht. Wir sehen bereits leere, kollabierte Basidien, oben eine Basidie, deren viergeteilte Epibasidie Sterigmen ausbildet, während sich der Inhalt der Hypobasidie in die Epibasidie zu entleeren beginnt. Aus der Fußzelle dieser Basidie sieht man die jüngste Basidie entspringen, welche sich bereits aufgebogen hat und die ältere Basidie aus ihrer

Fig. D. Ein Basidienbüschel von *Jola javensis* mit sympodialem Aufbau nach GÄUMANN (1922). Wir sehen unten bereits leere, kollabierte Basidien, oben eine Basidie, deren viergeteilte Epibasidie Sterigmen ausbildet, während sich der Inhalt der Hypobasidie in die Epibasidie zu entleeren beginnt. Aus der Fußzelle dieser Basidie sieht man die jüngste Basidie entspringen, welche sich bereits aufgebogen hat und die ältere Basidie aus ihrer Spitzenstellung zu verdrängen beginnt.

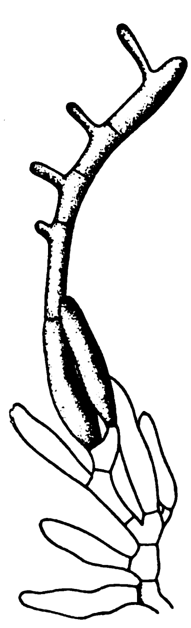


Fig. D.

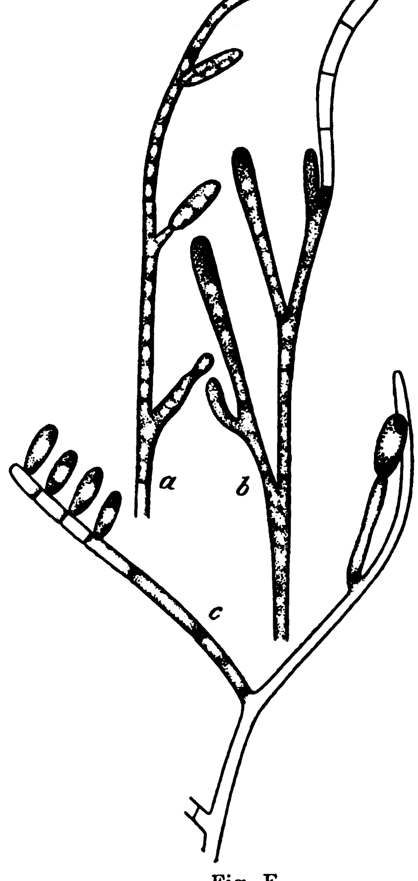


Fig. E.

Fig. E. *Pilacrella delectans* nach A. MÖLLER (1895). a und b: „Die Conidienbildung im allmählichen Übergange zur Basidienbildung", wörtlich nach A. MÖLLER. Das zeigt, daß MÖLLER ursprünglich seine eigenen Bilder richtig gedeutet hat doch durch BREFELD's Auffassung von Basidie und Conidienträger beide Auffassungen durcheinander gebracht hat. Zu c schreibt MÖLLER: „Die erste Basidie erscheint an einem bisher nur Conidien tragenden Fadensystem." In a sehen wir einen Conidien bildenden Faden. Die Trägerzellen der Conidien werden nach unten zu immer deutlicher. In b ist ein Faden mit einer terminalen Basidie, aus deren Fußteil eine junge Basidie sproßt, der nächste Seitenzweig wird zu einer Basidie, der unterste ebenfalls, doch läßt er eine junge Basidie aus dem Fußteil entspringen. Oben und unten also Basidienbüschel. In c bildet sich ein Seitenzweig (rechts) noch zum Conidienträger aus, der andere (links) wird zur Basidie mit Fußzelle.

Spitzenstellung zu verdrängen beginnt. Auf solche Weise kann der Tramafaden bis ungefähr 60 Basidien erzeugen. Wir sehen hier sehr klar die sympodiale Bildungsweise des Basidienbüschels.

Zu seinen Figuren schreibt nun E. GÄUMANN, daß „der Anschaulichkeit halber Exemplare als Vorbild gedient haben, bei denen die Mehrzahl der leeren, kollabierten Teleutosporen (in unserer Darstellung: Basidien) an der fertilen Hyphe hängen blieb. Gewöhnlich fallen sie aber ziemlich rasch ab; die Unebenheiten und Vorsprünge in den Hyphenwänden gleichen sich dann rasch aus, so daß eigentlich nichts mehr an diese frühere Fruchtbildungen erinnert."

Wir sehen also hier bei den Auriculariaceen: abfallende Basidien. Daß es hier alte und leere sind, tut nichts zur Sache in Anbetracht dessen, daß uns diese Erscheinung bei den Basidiomyceten ganz undenkbar erschiene mit Ausnahme der . . . Uredineen. Der Schritt von der abfallenden leeren Basidie zu der abfallenden Hypobasidie bei den Uredineen ist somit ganz klein und um so leichter erklärlich, da ja die Teleutospore (Hypobasidie) dickwandig und sehr dauerhaft ist, so daß sie sich von dem zarten Tragfaden mit der Zeit ablösen muß. Den nächsten Schritt tun die Uredineen selbst, indem auch die frühgeborenen Basidien (Uredosporen) abfallen.

Auf jeden Fall ist dadurch bewiesen, daß auch das Abfallen der Basidien bei den Uredineen keine Neuerwerbung ist und daß es abfallende Basidien gibt.

In derselben Gattung sehen wir bei *Jola Lasioboli* eine weitere wichtige Annäherung an die Uredineen: Es fehlen die gallertigen Bildungen und es tritt zum ersten Male eine wandverdickte Hypobasidie (Teleutospore!) auf.

2. A. Möller (1895) schreibt von ***Pilacrella delectans***: „Obschon die Conidien den Basidiosporen sehr ähneln, so sind sie doch in der Form weniger konstant"; jene schwanken zwischen 14 und 18 μ in der Länge, die Conidien zwischen 12 und 26 μ. . . . „Die zuerst auftretenden Conidien" (es sind hier natürlich die nach den Spermatien auftretenden Zweikernconidien gemeint) „wurden an den Spitzen der Fäden gebildet". . . . „Auf diese folgen bald die seitlich der Fäden auftretenden, . . . endlich fand ich, daß einzelne Zweigsysteme zur Bildung freier echter Basidien übergingen." Dieser Satz drückt doch deutlich aus, daß die ganzen Basidien den Conidien gleich gebildet werden. In unserer Fig. E a, b, c sind die von MÖLLER besprochenen Stadien wiedergegeben: a) ein Faden mit Conidienbildung, b) ein Faden mit Basidien- (bezw. Basidienbüschel-)

Entwicklung, c) ein Faden, an welchem gleichzeitig rechts eine Conidie, links eine Basidie erzeugt wurde. In a) sehen wir, daß der Tramafaden Conidien erzeugt, deren Trägerzelle nach unten immer deutlicher wird und in c) rechts ist diese am größten. Kombiniert man a, b und c miteinander, so bekäme man ein Bild, wie unsere Fig. F darstellt, wobei ich aus der Fußzelle der untersten Basidie eine neue hervorsprossend gezeichnet habe, um dem in Fig. Eb dargestellten Beginn der Büschelbildung gerecht zu werden. In Fig. 4, Taf. 14, habe ich dieselben Fäden der Fig. Ea, b in meiner Homologisierung (a und b) und in Fig. 5 in MÖLLER's Sinne (a und b) in Farben zur Darstellung gebracht. Ich homologisiere die ganze Basidie mit der Conidie, MÖLLER (aber nur manchmal) die Conidien mit den Basidiosporen, den Tramafaden mit der Basidie. Dies geht unzweifelhaft aus seinen Worten hervor: „Diese *Pilacrella* lehrte wie kein anderer Pilz klar und unzweifelhaft, in welcher Weise wir uns die Entstehung der Auriculariabasidien aus dem conidientragenden Faden zu denken haben.“ In seiner Tafelerklärung zu derselben Figur schreibt er irrtümlicherweise richtig: „Die Conidienbildung im allmählichen Übergange zur Basidienbildung.“ Auf Seite 60 verwechselt er in zwei aufeinanderfolgenden Sätzen diese grundlegenden Behauptungen: „Die große Conidienform (nach heutiger Ausdrucksweise: die Diploidconidie) schritt weiter vor zur Bildung des in Form und Conidienzahl bestimmten Conidienträgers, den wir Basidie nennen,und danach weiter zur Fruchtkörperbildung. Die nahen Beziehungen der conidienbildenden Fäden zu den Basidien wurden in den reinen Kulturen der *Pilacrella* eingehend studiert.“

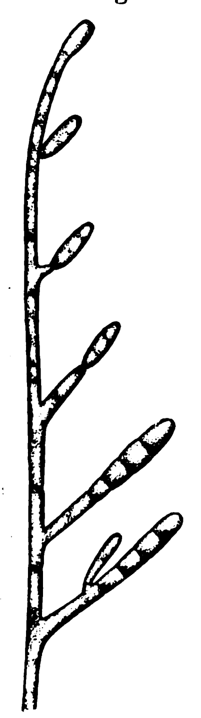


Fig. F.

Fig. F. Ein aus den Figuren Ea, b, c konstruierter Tramafaden mit dem Übergang von Conidien zu Basidien.

Wenn er schreibt, daß im allgemeinen an solchen Fäden, die zur Basidienbildung sich anschicken, die Conidienerzeugung aufhört, so ist dies nach seiner Auffassung wohl schwer erklärlich, nach unserer ganz selbstverständlich, da die Conidien eben frühgeborene Basidien sind.

Durch Variieren der Kulturbedingungen konnte Möller den Zeitpunkt der Basidienbildung verschieben. Die gewonnenen Erfahrungen faßt er in dem gewiß sehr wahren Satz zusammen: „Es scheint also, daß das Myzel, wenn ihm günstige Lebensbedingungen geboten sind, immer einen gewissen Grad der inneren Kraft erreicht und dann die nächsthöhere Fruchtform in ihrer Vollendung plötzlich kräftig erzeugt.“ Ähnlich ist, wenn es nach Gassner für die verschiedenen Grasroste ein bestimmtes Entwicklungs- bezw. Erschöpfungsstadium der Wirtspflanze gibt, durch welches der Beginn der Teleutosporenbildung ausgelöst wird. Viele Erscheinungen sprechen dafür, daß die Vollbasidie nur unter ganz bestimmten Verhältnissen zur Entwicklung kommen kann.

3. Bei *Pilacre Petersii* entstehen nach Brefeld's (1888) sorgfältigen Untersuchungen die Basidien sympodial genau so wie wir es von *Jola* gehört haben. Fig. G stellt ein solches Basidienbüschel schematisiert dar mit von oben nach unten zunehmender Reifung. Jede Basidie teilt sich sehr rasch in 4 Zellen. Brefeld läßt nun die

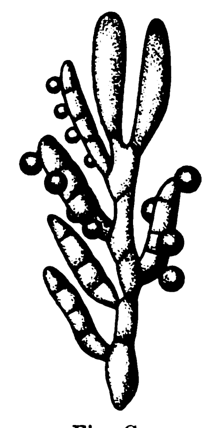


Fig. G.

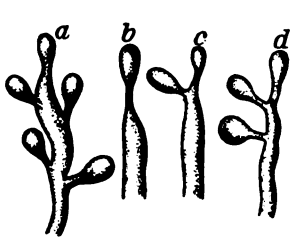


Fig. H.

Fig. G. Sympodial aufgebautes Basidienbüschel von *Pilacre Petersii*, schematisiert nach Brefeld (1888) mit von oben nach unten zunehmender Reifung der Basidien.

Fig. H. Conidienträger von *Pilacre Petersii* nach Brefeld. a) Ein auf die Conidienzahl 5 reduzierter Conidienträger, nach Brefeld Vorläufer der Basidie. b—d) Die sympodiale Entstehung der Conidien: b) Es entsteht eine Conidie an einem terminalen Sterigma. c) Aus dessen Fußteil geht eine neue Conidie hervor, welche die erste zur Seite drängt. d) Gleiches Verhalten der dritten Conidie gegenüber der zweiten.

Basidie aus dem Conidienträger hervorgehen, indem sich dessen große und schwankende Conidienzahl auf die kleine und regelmäßige Zahl 4 der Basidiosporen reduzierend fixiert (vgl. H a). Wie erfolgt nun die Conidienbildung? Ich will absichtlich genau die Worte Brefeld's gebrauchen (vgl. dazu b, c, d, unserer Fig. H). „An dem Luftmycel gewahrt man dickere Fäden, welche sich weniger verlängern

und an der Spitze verjüngen. Die Spitze schwillt an zu einer eiförmigen Bildung, welche sich als apicale Conidie erweist, auf einem feinen Sterigma gebildet. (Fig. Hb unserer Darstellung. Ich muß gleich hier hervorheben, daß dieses feine Sterigma keinen Vergleichswert für BREFELD haben kann, denn die Basidiosporen haben kein Sterigma, sie sind sitzend!) Genau unter der Stelle, wo der Faden sich zur zarten Spitze, zu dem Sterigma der Conidie verjüngte, bildet sich eine seitliche Aussackung, welche aufstrebend und sich verlängernd die erste Conidie, die noch auf dem Sterigma sitzt, zur Seite schiebt. Sie hat kaum noch die gerade Richtung in der Fortsetzung des Fadens erreicht, wenn sie sich auch ihrerseits schon verjüngt zum neuen Sterigma, welches wieder apikal zur eiförmigen Conidie anschwillt. Auch diese zweite Conidie beherrscht die Spitze des Fadens nur kurze Zeit, dann wird sie von einer abermaligen Seitensprossung, die wieder unter ihrem Sterigma austreibt, allmählich zur Seite geschoben. Sobald sich dieser dritte Sproß, in Form und Wachstum dem zweiten gleich, zur Spitze des Fadens erhoben hat, bildet er wieder ein Sterigma mit Conidie und wird dann gleich den früheren Spitzen durch einen weiteren conidienbildenden Sproß zur Seite geschoben. Das geht nun in der beschriebenen Art fort und fort. Mit jeder neuen Aussprossung . . . wird der Conidienträger um einen kurzen Abschnitt länger und die Zahl der Conidien, die nachträglich seitlich sich ordnen, um eine vermehrt. Die Zahl der Conidien kann recht beträchtlich werden, man kann über dreißig zählen, die noch dem Träger ansitzen. Darüber hinaus fallen sie von unten ab in dem Verhältnisse, wie sie an der Spitze gebildet werden."

Wer erinnert sich bei diesen Worten nicht an GÄUMANN's oben absichtlich ebenfalls ausführlicher gegebene Schilderung der Entstehung der Basidienbüschel? Diese genau so sympodiale Bildungsweise der Conidien beweist, daß sie den Basidien homolog sind, wenn nicht überhaupt alle Homologa der Welt abgestritten werden. Das feine Sterigma entspricht der Fußzelle der Basidie; das Fehlen der Scheidewände am Conidienträger hat nichts zu sagen, was wir noch an anderen Fällen (vgl. Fig. K u. L) erhärten werden.

Trotzdem BREFELD selbst angibt, daß die Wände in der Basidie ziemlich gleichzeitig entstehen müssen und vermutet, daß die erste in der Mitte gebildet wird, worauf in jeder Zelle noch eine Querwand entsteht, was durch NEUHOFF's Untersuchungen bestätigt wurde und trotzdem er angibt, daß die Sporen gleichzeitig entstehen, während seine Schilderung über die aufeinanderfolgende,

streng sympodial sich vollziehende Bildung der Conidien an Genauigkeit nichts zu wünschen übrig läßt, homologisiert er die Conidien mit den Basidiosporen. Als doch bedeutenden Unterschied erwähnt er, daß die Basidienspore nur an der unteren Seite, der Ansatzstelle der Spore an der Basidie, keime, während die Conidiensporen an jeder Stelle auskeimen.

Brefeld hebt die stark schwankende Form der Conidien hervor, die flaschenförmig werden können (Fig. J). Darin zeigt sich eben die Annäherung der Conidie an die Basidie und in diesen frühgeborenen Basidien dürfte Neuhoff seine Hypobasidie im Bauchteil der Flasche erkennen, die er vergeblich bei den wirklichen Basidien in den Bildern Brefeld's gesucht hat.

Fig. J. Conidienträger von *Pilacre Petersii* nach Brefeld. Die untersten „flaschenförmigen" Conidien zeigen in ihrer Gestalt schon Basidienahnung. Aus der basalen Verdickung ist zu schließen, daß die gewöhnlichen Conidien der Hypobasidie homolog sind, wenn auch letztere hier so schwach angedeutet ist, daß sie bei der Basidienentwicklung nicht hervortritt.

In Fig. 6 Taf. 14 habe ich in a und b Brefeld's Homologisierung, in c und d meine mit Farben hervorgeboben.

Wenn Brefeld seine Ausführungen folgendermaßen (gesperrt gedruckt) schließt: „Die Formanklänge zwischen Basidien und Conidienträgern zwischen den Basidien- und Conidiensporen sind geradezu frappant", so erscheint dies merkwürdig. Wenn er aber weiter fortfährt, „die Art der Bildung beider Sporen ist dieselbe(!), ihre Form nur wenig abweichend(!), die Auskeimung beider Sporen ist genau die gleiche(!), so ist dies nach seinen eigenen Ausführungen unerklärlich. Wer nur diese Zusammenfassung liest, kann nicht ahnen, wie stark sie den Darlegungen Brefeld's selbst widerspricht. Alles spricht hingegen für meine Behauptung, daß auch bei *Pilacre* die Conidie der Basidie, der Conidienstand dem Basidienbüschel homolog ist.

Auch der Einwurf, daß der Conidienstand nicht mit einem Basidienbüschel verglichen werden kann, da er doch am Mycelium gebildet wird, ist dadurch hinfällig, daß auch bei den höchsten Basidiomyceten nicht nur basidienähnliche Conidienträger sondern auch Basidien selbst am Mycelium einwandfrei gefunden wurden.

4. Bei *Polyporus annosus* treten nach Brefeld (1889) Basidien mit meist 4, aber auch 5 und 6 Sporen auf, wie es ja überhaupt nicht so selten ist, daß die Sporenzahl an der Basidie die Vierzahl übersteigt. Andererseits konnte Brefeld an einzelnen, dicken Aus-

läufern seiner gezogenen Mycelien Conidienträger beobachten, die meist „büschelförmig“ stehen. In Fig. K sieht man nun deutlich die sympodiale Stellung dieser Conidienträger, in Fig. L a und b, wo sie bereits Conidien tragen, ist diese Bildungsweise durch Fehlen aller Scheidewände verschleiert. Es tritt hier also im Laufe der Entwicklung dieselbe Erscheinung auf, die ich an dem Conidienträger von

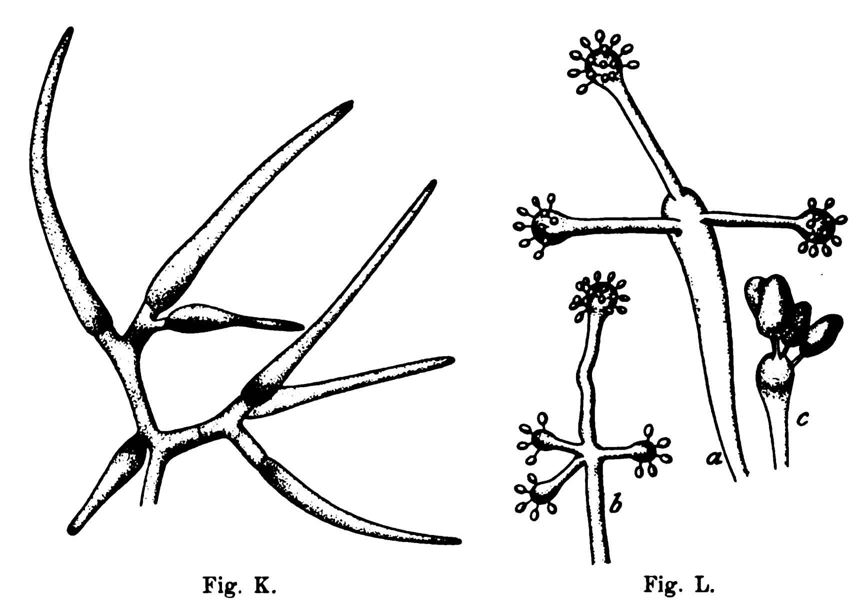


Fig. K. Fig. L.

Fig. K. Junge Conidienträger von *Polyporus annosus* nach Brefeld (1889). Es ist deutlich die sympodiale Verzweigung zu sehen. Diese Conidienträger schwellen an ihrer Spitze kopfförmig an, dann treten zahlreiche Sterigmen hervor, die endlich zu Sporen anschwellen (siehe nächste Figur).

Fig. L. Conidienträger von *Polyporus annosus* nach Brefeld. Die sympodiale Entstehung der Träger ist durch das Schwinden der Scheidewände verwischt, so daß Brefeld glaubt, sie sind „einzeln angelegt“. Ihre büschelige Stellung und ihr Hervorgehen aus Stadien der Fig. K spricht deutlich dagegen. c) Conidienträger, welcher durch Reduktion der Conidienzahl auf 4 einer Basidie sehr ähnlich sieht und Brefeld in seiner Meinung, die Basidie leite sich vom Conidienträger ab, bestärkt hat, während nach meiner Auffassung diese Conidienträger frühgeborene Basidien sind, die in der Form schon deutlich ähnlicher der Basidie sind als die noch früher geborenen Conidien (Fig. E, F, H, J), die bloß der Hypobasidie entsprechen.

Pilacre hervorgehoben habe und welche die Ursache gewesen sein dürfte, daß die Homologie von Conidie und Basidie bisher verkannt wurde. Wir haben also auch in Fig. L a und b sympodial entstandene Conidienträger. Diese Träger (der Fig. K) schwellen an ihrer Spitze kopfförmig an, dann treten zahlreiche äußerst zarte Sterigmen hervor,

die endlich zu Sporen am Ende anschwellen. „Die Sterigmen hatten, sagt Brefeld, genau die Zartheit und Feinheit der Sterigmen auf den Basidien, sie entstanden auf dem Gipfel des Trägers genau wie diese, sie welkten ebenso nach Abgliederung einer Conidie ab und diese Conidie hatte endlich ganz dieselbe Form, dieselbe Größe, dieselbe Farbe und dasselbe Aussehen wie die Basidiensporen. Der Conidienträger selbst glich in seinem Aufbau und seiner Gliederung durchaus einer Basidie, die einzige Verschiedenheit zwischen beiden Bildungen war nur darin gegeben, daß die Basidien fast immer dieselbe Gestalt und Sporenzahl aufwiesen, daß hingegen sowohl die Größe wie die Gestalt der einzelnen Teile und namentlich die Anzahl der sporentragenden Sterigmen an jedem Conidienträger eine weit verschiedene war (vgl. Fig. L a und b). Die Zahl der Sterigmen kann sinken und sogar auf die Drei- bis Vierzahl reduziert werden. Dann sieht ein solcher Conidienträger einer Basidie sehr ähnlich" (Fig. L c).

Tatsächlich ist es aus den hier vorliegenden Verhältnissen sehr begreiflich, wenn Brefeld die Basidie von diesem Conidienträger ableitete. Auch in meiner Auffassung sind sie homolog, jedoch der Conidienträger eine frühgeborene Basidie. Ihre Vielkernigkeit und dementsprechend Vielsporigkeit steht nicht vereinzelt da. Denn wiederholt sind in den typischen Zweikernfruchtkörpern Zellen (oder Zellkomplexe) mit zahlreichen Kernen konstatiert worden, so konnte z. B. Kniep in den Volvakugeln der Coprini mehrere Kernpaare nachweisen usw. Ja selbst die Basidien bei manchen höchsten Basidiomyceten sind oft mehrkernig und können auf diese Weise mehr als 4 Sporen gleichzeitig oder 2 Sporengenerationen zu je 4 Sporen hintereinander erzeugen usw.

Bevor wir weitergehen, muß ich erklären, wieso bei den anderen Pilzen die Conidie, bei *Polyporus annosus* der Conidienträger der Basidie homolog sein kann. Erinnern wir uns daran (s. oben), daß eine junge Basidie keine Sterigmen und Sporen trägt, daß später die Sterigmen hervorsprossen, dann an ihrem Ende die Sporen gebildet werden (und endlich die Kerne einwandern), so ist klar, daß es ganz verschieden gestaltete frühgeborene Basidien, in denen keine Kernverschmelzung stattgefunden hat, geben muß: 1. solche von einfach ovaler Form; sie heißen Cystiden oder, wenn sie abfallen, Conidien; 2. solche, bei denen es zur Bildung von Sterigmen gekommen ist; es sind dies z. B. die „besenartig mit Stacheln besetzten" Cystiden von *Mycena galericulata*; 3. solche, bei denen das Sterigma zu einem Köpfchen anschwillt z. B. die Cystiden von

Galera pygmaeo-affinis; 4. solche, bei denen in die Sporen auch Kerne einwandern. Diese müssen daher einer Basidie sehr ähnlich sehen und sich hauptsächlich durch die schwankende Zahl der Sporen unterscheiden, welche ihren Grund in der sekundären Viel-Paarkernigkeit hat. Eine solche frühgeborene Basidie hat dann nicht die Form einer Conidie sondern eines Conidienträgers. Es widerspricht dies also nicht meiner Behauptung, sondern paßt sich sehr gut ein als eine der vielen möglichen Homologa der Basidie. In einem solchen Fall hat sich eben aus einer Basidienanlage ein Gebilde entwickelt, das mit der Basidie die äußere Form sehr ähnlich hat, während die normalen Kernvorgänge ausblieben. Ähnlich liegt der Fall mit den Basidien auf dem Einkernmycel oder in gänzlich einkernigen Fruchtkörpern oder mit den aecidiosporenartigen Teleutosporen von Endophyllum, welche deutlich Hypo- und Epibasidie entwickeln, aber entweder einkernig sind oder zwar zwei Kerne enthalten, welche aber nicht verschmelzen. Wir können schon hier erkennen, daß sich in unserer Betrachtungsweise diese bisher schwierig zu erklärenden Verhältnisse bei den *Endophyllum*-Arten als eine gewöhnliche Erscheinung darstellen: Da die Aecidiosporen frühgeborene Basidien sind, müssen solche Fälle möglich sein, die sich als 5. anschließen, daß also nicht wie in 4. die Zahl der Sterigmen (und Sporen) noch schwankt, sondern, daß die frühgeborene Basidie die Form der Vollbasidie erreicht, ohne daß die Kerne in das zu dieser Stufe gehörige Stadium gelangt sind. Es bestätigt sich dadurch, daß die Entstehung der Vollbasidie nicht streng gekoppelt ist mit bestimmten Kernvorgängen, wenn es auch ursprünglich so gewesen sein muß. Durch die späteren Darlegungen wird dies noch deutlicher werden.

5. Bei *Sebacina incrustans* entstehen die Conidienträger in der Hymenialregion vor den Basidien. „Dann zeigen sich, sagt Brefeld (1888), die Basidien, welche gleichsam die zuerst entstehenden Conidienträger als zweite und höhere Fruchtform ablösen. Es hält nicht schwer in den geeigneten Entwicklungsstadien beide Fruchtformen zugleich zu beobachten und auf dieselben inneren subhymenialen Hyphen ursprünglich zurückzuführen. In dem Maße als die Conidienträger mehr und mehr zurückgehen und verwelken, geht die Neuanlage der Basidien im Hymenium fort.“ Das Entspringen der Conidienträger aus denselben subhymenialen Hyphen, das frühere Auftreten und allmähliche Ersetztwerden durch Basidien zeugt deutlichst für ihren Basidialcharakter. „Sie unterscheiden sich, sagt Brefeld, nur darin von den Basidien, daß sie

zu langen Trägern über das Hymenium hinauswachsen und sich an den Spitzen zu 3—6 kurzen Ästchen verzweigen, welche an ihren Enden an kurzen Sterigmen ein Sporenköpfchen aus langeiförmigen Conidien bilden" (s. Fig. M a—d). Dieser ganz merkwürdige Conidienträger mit seinen quirlig gestellten Ästchen erklärt sich ganz einfach aus der Basidie Fig. M e: Wie hier durch zwei vertikale Wände die Basidie in 4-quirlig gestellte

Fig. M. *Sebacina incrustans* nach BREFELD (1888). a u. b) Junge Conidienträger. c) Der Conidienträger bildet am Ende Ästchen, die Conidien erzeugen. d) Häufigste Form des Conidienträgers mit 4 Ästchen. Der quirlige Bau des Conidienträgers (= frühgeborenen Basidie) entspricht dem quirligen Bau der Tremellaceenbasidie (durch 2 vertikale Querwände zerfällt die Basidie in 4 quirlig gestellte Hypobasidien, welche 4 Epibasidien treiben): e.

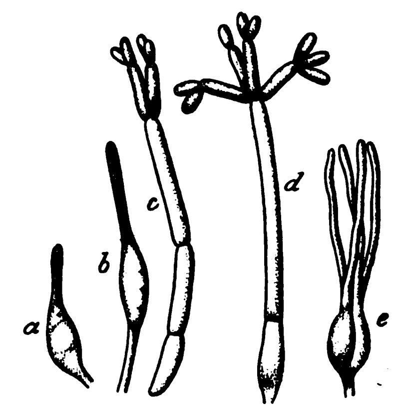


Fig. M.

Teile zerfällt, welcher jeder eine lange Epibasidie bildet, so ist auch der Conidienträger quirlig gebaut. Die Quirligkeit der Basidie drückt sich in dieser frühgeborenen Form nicht nur in der quirligen Stellung der Ästchen sondern auch der Conidien aus. Daß der Conidienträger sonst in Form und Querwandbildung abweicht, ist ganz begreiflich, wenn wir uns an die früheren Fälle erinnern. Dasselbe gilt von der schwankenden, doch meist 4 betragenden Zahl der Ästchen. Ähnliche quirlig gebaute Conidienträger finden wir auch bei anderen Tremellaceae (s. Fig. N von *Craterocolla cerasi*).

Fig. N. Conidienträger von *Craterocolla cerasi* nach BREFELD (1888), ebenfalls und wiederholt quirlig verzweigt.

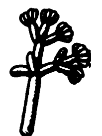


Fig. N.

Dieser auffällig gleiche Bauplan des Conidienträgers und der Basidie bei den Tremellaceae, der bisher übersehen war, ist einer der schlagendsten Beweise für meine Behauptung. Ebenso leicht ist uns jetzt verständlich, daß hier wie bei *Polyporus annosus* der ganze Conidienträger (nicht eine Conidie) der Basidie homolog ist, da er doch knapp vor der Vollbasidie entsteht und von ihr allmählich verdrängt wird, daher eine wenig frühgeborene Basidie darstellt.

6. A. MÖLLER (1895) fand in Brasilien eine mit unserer *Tremella mesenterica* sehr übereinstimmende *Tremella.* Unter den Basidien fanden sich sehr häufig solche mit nur einer, meist schrägen (vgl. *Sirobasidium*) Scheidewand und zwei Sterigmen. „Ich hatte," schreibt MÖLLER, „eines nachmittags Schnitte durch das Hymenium dieser *Tremella* in Wasser gelegt; es waren daran Basidien in den verschiedenen Stadien der Entwicklung (noch ungeteilt, mit Scheidewand, ohne Sterigmen, mit eben austreibenden Sterigmen usw.) vergleichsweise deutlich zu beobachten. Als ich am anderen Morgen diese Schnitte wiederum betrachtete, fand ich, daß in mehreren Fällen die Conidienbildung, welche an den in Wasser aufgefangenen Sporen in der für *Tr. mesenterica* bekannten Weise vor sich geht, zurückgegriffen hatte auf eben austreibende Sterigmen junger Basidien." Dieser in Fig. O a u. b wiedergegebene Fall spricht unwiderleglich für uns. Da diese jungen Basidien

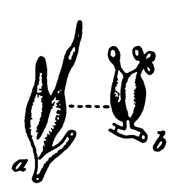


Fig. O. Zwei Basidien einer mit *Tremella mesenterica* nahe verwandten Form; Zurückgreifen der Conidienbildung auf die Sterigmen der Basidien, welche häufig nur eine Scheidewand besitzen. Figuren und Erklärung nach MÖLLER 1895. In unserer Auffassung ist b eine nicht vollständig reife Basidie, die infolge der angegebenen Bedingungen in das Stadium einer frühgeborenen Basidie gelangte und Conidien abschnürte.

durch das Aufbewahren in Frühbasidienbedingungen gelangt sind, schnüren ihre Epibasidien (sonst Sterigmen genannt), die doch den Quirlästchen homolog sind, Conidien ab. MÖLLER hingegen erklärte sich dies so: „In dem Austreiben eines Keimschlauches (aus der Basidiospore), welcher nach kurzer Erstreckung mit der Bildung einer Sekundärspore abschließt, können wir gewissermaßen eine Verlängerung des (Basidio-) Sporenzustandes erblicken. Eine solche Verlängerung wird notwendig, wenn die Spore sich nicht in einer Lage befindet, die für Conidienbildung günstig und geeignet ist. Umgekehrt ist es in dem eben beschriebenen Falle. Hier ist durch die besonderen Umstände schon die Basidie in eine der Conidienbildung günstige äußere Bedingung versetzt und sofort sehen wir, daß der (Basidio-) Sporenzustand kaum durch das nur erst kurze Sterigma angedeutet, in seinem weiteren Verlaufe aber ganz übersprungen wird. Es kommt gar nicht zur Bildung der Spore, sondern die Conidienbildung tritt bereits an dem Sterigma selbst auf." Diese Erklärung, wonach die Conidienbildung, die von einer Spore ausgeht, letztere überspringen soll und von dem Sterigma aus geschehen soll, ist doch sehr gezwungen. In unserer Auffassung ist es nichts

anderes wie Beweis 4 und 5, mit dem Unterschied, daß hier eine knapp vor der Vollendung stehende Basidie in Verhältnisse gelangte, die für frühgeborene Basidien passen und daher Conidien an der Epibasidie bildete wie die Ästchen in Fall 5. Mehr umändern konnte sich die Basidie nicht mehr.

Dieser und der folgende Fall erklären eine höchst interessante Erscheinung, die mir Herr Dr. Fischer (Wien, Pflanzenschutzstation) mitteilte: Er hatte Material, das von *Puccinia graminis* befallen war, untersucht und in den Teleutosporenlagern fast nur Teleutosporen und wenig Uredosporen gefunden. Nachdem das Material einige Tage im Arbeitsraum gelegen hatte, untersuchte er die Lager wieder und entdeckte zu seiner Überraschung, daß die Anzahl der Uredosporen bedeutend größer geworden war. Durch das Liegen kam jedenfalls die Wirtspflanze in einen Zustand, der die Bildung von Uredosporen (= frühgeborenen Basidien) veranlaßte.

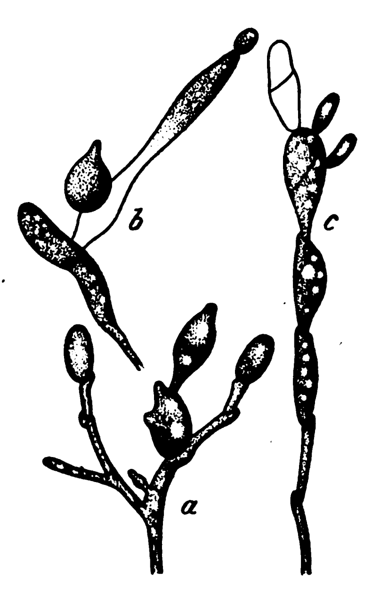


Fig. Pa, b, c. *Sirobasidium Brefeldianum* nach A. Möller (1895). a) Die ersten Basidien treten an untergetauchten Fäden auf, wobei zwischen den Basidien Fadenstücke erhalten bleiben, so daß die Basidie „eine außerordentliche Ähnlichkeit mit einer Chlamydospore gewinnt". b) Eine untergetauchte Basidie, deren eine Teilzelle in regelrechter Weise eine Spore erzeugte und mithin Basidienhälfte blieb, während die andere Hälfte zu einem eine Conidie erzeugenden Träger auswuchs. c) Regelmäßige Basidienbildung. Anschwellen jeder Zelle eines Fadens zur Basidie in basipetaler Entwicklungsfolge, wie es bei Aecidio-, Uredo- und Teleutosporen vorkommen kann. Würde jede Zelle des Fadens einen Zweig abgeben, der ein Basidienbüschel bildet, wäre die gewöhnliche Art der Basidienbildung vorhanden. Hier folgen also die einzelnen Basidien so hintereinander wie sonst die Basidienbüschel.

7. In künstlichen Kulturen von *Sirobasidium Brefeldianum* beobachtete Möller, daß die ersten Basidien an untergetauchten Fäden auftreten, und zwar blieb zwischen 2 Basidien ein Fadenstück dauernd erhalten, wodurch „die untere Basidie eine große Ähnlichkeit mit einer Chlamydospore gewinnt". Fig. Pa. „Nicht eben selten beobachtete Möller an untergetauchten Basidien, daß, während die eine Teilzelle der Basidie in regelrechter

Weise eine Spore erzeugte, die andere zum Faden auswuchs, der an seiner Spitze einer Conidie den Ursprung gab." Fig. Pb. Er erklärt sich dies so, daß eine Basidienzelle ähnlich wie im vorigen Fall bei *Tremella* vielleicht in einer als Rückschlag aufzufassenden Weise die Sporenbildung versäumte und einen conidientragenden Faden hervorbrachte.

Wie für Brefeld und Möller dieser Fall als der beste Beweis gelten mußte für die Ableitung der Basidie aus dem Conidienträger, was aber unmöglich ist, so ist es für uns der beste Beweis, daß der Conidienträger homolog der Basidie ist. Denn an ein und derselben Basidie ist die eine Hälfte normale Basidie, die andere Conidienträger.

Sirobasidium ist für unsere Auffassung noch aus einem anderen Grunde wichtig. An den in die Luft wachsenden Fäden schwellen die Zellen in basipetaler Reihenfolge zu den Basidien an (Fig. Pc). Wir sehen also hier die Basidien in solchen Kugelketten gebildet werden, wie die Zellen der Velumfäden vieler Pilze und die Aecidiosporen und Uredosporen der Uredineen — beide in unserer Auffassung frühgeborene Basidien — und selbst die Teleutosporen. Dieses reihige Anschwellen der Zellen ist zunächst außerordentlich weit von der sonst sympodialen Entstehung der Basidien entfernt. Trotzdem ist es nicht unvereinbar. Schwillt jede Zelle zu einer Basidie an, so müssen diese eine Kugelkette bilden. Wenn jedoch nur die Endzelle des Tramafadens zur Basidie anschwillt, so kann nur aus dem Fußstück derselben ein Seitenast zu einer neuen Anschwellung oder zur Verlängerung des Tramafadens austreiben usw.

Hiermit will ich die beliebig verlängerbare Kette der Beweise schließen, nachdem ich ja die verschiedensten Abteilungen der Basidiomyceten herangezogen habe. Erwähnt sei nur noch, daß Matruchot 1897, wie ich aus Kniep (1911) entnehme, in Reinkulturen von *Pleurotus ostreatus* alle Übergänge zwischen normal gestalteten Basidien (die aber nur im Fruchtkörper vorkommen), Cystiden mit 1—3 Sterigmen und Conidiophoren beobachtet hat und alle drei Gebilde als homolog ansieht. Matruchot ist also zu derselben Überzeugung gekommen wie Brefeld, und jeder, der unvoreingenommen richtige Darstellungen sah, konnte sich des Gedankens nicht erwehren. Doch mußten bisher diese deutlichen morphologischen Ähnlichkeiten infolge der großen Differenz der cytologischen Verhältnisse zurücktreten. Durch meine Erklärung löst sich alles auf: Die Conidienträger sind nicht phylogenetische Ahnen der Basidie. Die Basidie war zuerst. Aus ihr haben sich diese Frühgeburten entwickelt.

Keine Neuerwerbung bei den Uredineen.

Wir haben also bewiesen, daß es frühgeborene Basidien gibt, d. h. also basidiale Gebilde, die, vor den Basidien hervortretend, es nicht zur Erscheinung der Vollbasidie gebracht haben. Diese wurden nach ihrer Funktion und Form als Cystiden, Conidien, Conidienträger, Kugelzellen des Velums, Uredosporen und Aecidiosporen bezeichnet. Zweifel könnten nur bezüglich der Kugelzellen und der Aecidiosporen geäußert werden. Doch sehen wir gerade bei den Uredineen die besten Beweise erbracht. Nicht nur das vereinzelte Vorkommen von Aecidiosporen in Teleutosporenlagern (s. oben), sondern auch die Verhältnisse bei *Endophyllum* lassen erkennen, daß es zwischen Aecidiosporen und Teleutosporen Übergänge gibt, indem *Endophyllum* „in der Beschaffenheit und Bildungsweise der Sporen und der Pseudoperidien vollkommen den Aecidien von *Uromyces* und *Puccinia* gleicht, nur ihre Keimung durch ein typisches Promycel unterscheidet die Sporen von diesen und läßt ihre Teleutosporennatur erkennen“ (Dietel, in Engler u. Prantl). Sogar die für die Aecidiosporen charakteristischen Zwischenzellen sind vorhanden. Dieser Sachverhalt übte bisher einen großen Einfluß auf die Stellung von *Endophillum* aus, das einmal als ursprünglich, einmal als sehr abgeleitet angesehen wurde. So hält Grove *Endophyllum* für die Stammform, welche nur e i n e Sporenform besessen hat, die zugleich Aecidio- und Teleutospore war. Von dieser leitet er durch Trennung der beiden die *Opsis*-Gruppe und daraus die *Eu*-Formen ab. F. Moreau hält *Endophyllum* mit Recht für abgeleitet nach den cytologischen Ergebnissen ihrer Untersuchung von *E. Euphorbiae* var. *uninucleatum*, wo trotz normaler Basidienbildung die ganze Entwicklung haploid verläuft. Basidien mit nur einem Kern wurden durch Kniep bei *Schizophyllum*, *Coprinus* und *Armillaria mellea*, von Maire (1902) bei *Hygrocybe conica* nachgewiesen. Schon daraus ist zu erkennen, daß die von Moreau bei ihrem *Endophyllum* gefundenen homologen Verhältnisse nicht, wie Ed. Fischer in Anlehnung an Grove's Ansicht meint, einen ursprünglichen Typus vorstellen. Auch die zwei von Maire (1902) mitgeteilten cytologischen Entwicklungsgänge bei *Endophyllum* beweisen dasselbe. Bei der einen der von ihm untersuchten Arten geht bei der Keimung das eine der Elemente des Paarkerns zugrunde, so daß sich die Teleutospore einkernig entwickelt und ein Promycel (Epibasidie) mit einkernigen Sporidien abgibt; bei den anderen Arten teilt sich der Paarkern ohne vorhergehende Kernverschmelzung in der Epibasidie conjugiert, die so

entstandenen 4 Kerne trennen sich durch Wände und gehen in die Sporidien. Wir sehen also, daß es sich hier um dasselbe handelt, was wir oben besprochen haben, daß die Bildung der Basidien nicht an die 2x-Phase oder an die Entstehung von Fruchtkörpern oder an die Kernverschmelzung geknüpft ist. (Vgl. BRUNSWIK 1924 und KNIEP 1911.) Um so begreiflicher ist dies für die frühgeborenen Basidien.

Am deutlichsten wird die Wesensgleichheit der Aecidio- und Teleutosporen werden, wenn ich diesbezüglich verwertbare Darlegungen erfahrener Fachmänner (KLEBAHN, 1904) anführe: „Zwischen der Aecidio- und der Uredogeneration besteht zwar in den meisten Fällen eine erhebliche Differenz. Dennoch gibt es Beispiele, wo sie einander ähnlicher sind. Den Caeoma-Aecidien und den Aecidien einiger *Puccinia*-Arten fehlt die Peridie; bei *Chrysomyxa* und *Coleosporium* werden die Uredosporen ähnlich den Aecidiosporen in Ketten gebildet; die Membran der Uredosporen von *Coleosporium* hat eine ähnliche Stäbchenstruktur wie die der Aecidiosporen; die Unterschiede zwischen den Aecidiosporen von *Coleosporium Senecionis, Chrysomyxa Ledi, Chr. Rhododendri* kehren bei den Uredosporen wieder. Bei *Puccinia Vilfae* stimmen Uredo und Aecidiosporen in bestimmten Merkmalen überein. Dazu kommt die in einigen Fällen vorhandene Ähnlichkeit der Funktion, insoferne Aecidiosporen die Rolle der Uredosporen übernehmen, namentlich bei solchen Pilzen, wo außer Teleutosporen nur Aecidien vorkommen. Dadurch gewinnt die Ansicht an Wahrscheinlichkeit, daß die Uredosporen in manchen Fällen, namentlich bei *Coleosporium* und *Chrysomyxa* lediglich eine Wiederholung der Aecidiengeneration sind, wie DIETEL meint, und daß sie also später als die Aecidiosporen entstanden sind. In anderen Fällen mögen allerdings, wie Magnus meint, die Uredosporen aus den Teleutosporen hervorgegangen sein."

In unserer Auffassung klären sich alle diese Erscheinungen einfach auf: Die Uredosporen müssen als zeitlich zwischen den vorher „frühgeborenen Basidien" (Aecidiosporen) und den Basidien bezw. Hypobasidien (Teleutosporen) eine Mittelform einnehmen. Andererseits sind sicher die Uredosporen (aber auch die Aecidiosporen) aus den Teleutosporen hervorgegangen, da zuerst die Basidie vorhanden gewesen sein muß, bevor es durch äußere Faktoren bedingte Varianten von ihr geben kann. Unser „frühgeboren" besagt ja: früher als zur richtigen Zeit geboren und daher nicht völlig entwickelt.

Wie nun bei den höheren Basidiomyceten innerhalb nah ver-

wandter Arten die verschiedenen Formen der frühgeborenen Basidien vorhanden sein können oder nicht, ohne daß wir deshalb (bei Fehlen der Cystiden z. B.) an eine höhere oder tiefere Stellung glauben, so ist es auch mit den frühgeborenen Basidien (Aecidiosporen und Uredosporen) der Uredineen. Uns unbekannte äußere Faktoren lassen frühgeborene Basidien innerhalb ganz nah verwandter Arten entstehen oder nicht. Dies stimmt auch mit der Erfahrung überein. SYDOW (1921), einer der besten Kenner der Uredineen läßt das ARTHUR'sche Prinzip (Fehlen oder Vorhandensein der Nebenfruchtformen) als letztes zur Geltung kommen.

Was die Velumkugelketten anlangt, so sehen wir als Beweise für die Homologie mit Hymenialelementen darin, daß sie 1. in den Hymenialbulbillen, 2. in den Aecidiosporen, 3. in den „dünnwandigen, knotigen oder perlschnurartig ausgebildeten Pseudophysen" (HÖHNEL und LITSCHAUER, 1907) bei *Aleurodiscus*-Arten Homologa besitzen.

Auch das Abfallen der drei Sporenformen der Uredineen trotz ihrer Homologie mit der Basidie ist nichts Neues, da auch bei den Auriculariaceen die Conidien und bei *Jola* speziell die alten Basidien abfallen.

Die räumliche Trennung der verschiedenen „Sporen"-Formen ist ebenfalls schon unter den Tremellaceen bei *Craterocolla cerasi* durchgeführt. „Sie hat als Nebenfruchtform (BREFELD 1888) eigenartige, die Gattung charakterisierende Conidien, welche in Fruchtkörpern auftreten, die mit einem eigenen Hyphenbehälter umgeben sind, der mit der Conidienreife sich kraterförmig an der Spitze öffnet. Die Conidienträger sind, einem Hymenium ähnlich, auf der Innenfläche der Fruchtkörper angeordnet, nicht aber in Gallerte eingebettet. Die Conidien bildenden Becher gehen den zitterig-gelatinösen Basidienfrüchten voraus und werden von den mächtig aufquellenden Fruchtkörpern emporgehoben, auf deren Flächen sie rotberandete kraterartige Löcher bilden."

In der Reihe der Tremellineae ist mit *Sirobasidium* die Möglichkeit der reihigen Basidienentstehung verwirklicht, wie wir sie bei den mehrzelligen Teleuto- und Uredosporen und den Ketten der Aecidiosporen so häufig finden.

Auch für die parasitische Lebensweise sind die Auricularineen als Stammgruppe der Uredineen recht geeignet. Andererseits ist die palisadenartige Anordnung der Teleuto- und Uredosporen und der Kugelketten der Aecidiosporen als Reste einer hymenialen Anordnung zu deuten. Ein Erbstück aus der Zeit des Besitzes eines

geschlossenen Hymeniums ist sicher die Art der Keimung der Sterigmen vieler Uredineen. Diese wachsen steil in die Höhe, was doch nur dann erfolgen muß, wenn wie z. B. bei *Coleosporium* die Teleutosporen (hier Basidien ohne Hypobasidie) in einer geschlossenen Hymenialschicht stehen, daher die Sterigmen, wenn die Sporidien nicht zwischen den Basidien zu stehen kommen sollen, steil hinaufwachsen müssen. Bei locker stehenden Basidien oder gar bei solchen, die erst nach dem Abfallen keimen, muß dieses Verhalten der Sterigmen als ein zwecklos erfolgender erblich fixierter Vorgang angesehen werden.

Für die Richtigkeit der Ableitung der Uredineen von tiefstehenden Hymenomyceten (etwa von Corticieen über die Auricularineen) spricht auch der Umstand, daß nach BULLERS (1915) an 50 Hymenomycetenarten angestellten Beobachtungen die Sporenabstoßung nach Ausscheidung eines Flüssigkeitstropfens erfolgt und ganz dasselbe bei Uredineen nach DIETEL (1912) und BULLER (1915) der Fall ist.

Auch von Hymenophoren kommen Reste bei Uredineen vor, so die Säulchen bei *Hemileia*, die Stiele der Teleutosporen-Köpfchen bei *Ravenelia* und besonders die cylindrischen oder haarförmigen Säulchen, an denen die Teleutosporen bei *Cronartium* gebildet werden. Letztere Hymenophore zeigen ihrer Entstehung und ihrem Aufbau nach die größte Ähnlichkeit mit den von A. MÖLLER (1895) bei *Pilacrella delectans* in Objektträgerkulturen gezogenen coremienartigen Fruchtkörpern (s. l. c. T. V., fig. 31). Ähnliche Bildungen hatte BREFELD (1889) bei *Polyporus annosus* ebenfalls in Objektträgerkulturen erhalten (s. l. c. Taf. XI, fig. 25). Es sind also tatsächlich diese Gebilde als reduzierte Hymenophore anzusehen.

Mithin können wir nicht daran zweifeln, daß sich die Uredineen von den Auricularineen ableiten, wie NEUHOFF (1924) darlegte. Durch die parasitische Lebensweise sind Modifikationen von schon bei den Auricularineen vorhandenen Erscheinungen, aber gar keine Neuerwerbungen aufgetreten. Als auffälligsten Beweis dafür stelle ich in Taf. 14 Fig. 1, 2 u. 3 einen *Coprinus*-Fruchtkörper (Fig. 1) den Entwicklungsstadien einer Uredinee (Fig. 2 u. 3) gegenüber. Diese Zusammenstellung wird deutlich vor Augen führen, daß wir es in beiden Fällen mit hochstehenden Pilzen, daß wir es mit Hymeniumpilzen zu tun haben.

Über die Entstehung des Geschlechts.

Aus den bisherigen Darlegungen ist klar, daß in unserer Auffassung zuerst die Basidie war und daß die anderen Gebilde

bloß Varianten derselben sind. Daher stimmen wir mit BREFELD's Worten, die besser für uns als für seine Auffassung sprechen, überein: Die Klasse der Basidiomyceten hat in der Basidie den morphologisch durchschlagenden und systematisch entscheidenden Charakter; sie fängt dort an, wo die Basidie auftritt, die Fruchtkörperbildung spielt in der Basidienfruktifikation keine Rolle, sie beginnt innerhalb der Formen der Klasse.

Da sich in der Basidie zwei geschlechtsverschiedene Kerne vereinigen, so stellt sie ursprünglich sicher ein Oogonium dar, also ein weibliches Geschlechtsorgan. Zur Entstehung eines Oogoniums ist jedoch nur ein Kern oder die x-Phase notwendig. Mithin stellt es gar nichts Verwunderliches dar, wenn es auch in der x-Phase zur Bildung von Basidien kommt. Bildet eine solche Basidie, ohne daß ihr Kern mit einem anderen verschmolzen ist, Sporen, so ist dies Parthenogenese. Da in den allermeisten Fällen vor der Basidie ein Kernübertritt stattfindet, und die beiden Kerne dann in der Basidie verschmelzen, so muß der eine Kern ein männlicher sein. Wenn also jedes x-Mycel mit und ohne Kernübertritt zum Schluß weiblich wird, in seiner Jugend jedoch durch Kernabgabe männlich erscheint, so ist die Annahme gerechtfertigt, daß jedes x-Mycel zuerst männlich ist und allmählich in den weiblichen Zustand übergeht. Es stellen sich dann die Spermatien (= Einkernconidien, Stäbchenoidien) als männliche Geschlechtszellen [1]) dar, die wie oben bemerkt, in manchen Fällen ihre Funktion durch Eintritt in eine Zelle des x-Mycels ausüben, in den meisten Fällen jedoch funktionslos geworden sein dürften, da ja beim Übergang von männlich in weiblich jeweilig ein Faden eines Mycelgeflechts weiter vorgeschritten in der Weiblichkeit sein wird und dementsprechend das jüngere Stück des anderen Fadens das Männchen abgeben wird.

Bei diesen Betrachtungen fiel mir ein Gedanke über die Entstehung des Geschlechtes ein, für dessen Richtigkeit, wie mir scheint, sehr viel spricht. Anfänglich dürfte es überhaupt nur gleich gestaltete Geschlechtszellen gegeben haben, die infolge desselben chemotaktischen Reizes zueinander strebten und sich vereinigten. Wenn heute dies nur mehr das Spermatozoid vollführt, so liegt dies nur in der Unbeweglichkeit der typischen Eizelle. Wie bei den einfachsten einzelligen Lebewesen die gleichbeschaffenen Individuen

[1]) Daraus würde sich auch die große Ähnlichkeit mancher Einkernconidien mit männlichen Geschlechtszellen, weswegen sie ja als Spermatien bezeichnet werden, erklären.

sich vereinigen, so müssen auch noch bei den niedersten Vielzellern ursprünglich gleichbeschaffene, frei werdende Zellen gedacht werden, die aufeinander zuschwammen, um sich zu vereinigen. Nun denken wir uns, daß sich ein solcher Organismus, mit beweglichen Geschlechtszellen und selbst beweglich, festgesetzt hat, so wird er je nach der Unterlage sedentär oder parasitisch geworden sein. Daß dies nur bei sehr günstiger Ernährung eingetreten sein kann, ist klar, da doch sonst der bewegliche Organismus seine Lage verändert hätte. Wenn sich autotrophe Lebewesen auf einer Unterlage niederlassen, so werden durch Osmose Stoffe aus dieser in sie einwandern, ob es den Lebewesen paßt oder nicht. Letzterenfalls werden sie sich sofort weiterbegeben oder zugrundegehen, im ersteren Falle werden sie, falls sie auf anorganischer Substanz sitzen, sedentär, falls auf lebender Substanz parasitisch werden. [Von Parasiten sind dann leicht die meisten Saprophyten abzuleiten. Parasiten sind nach meiner (1924, 3) Meinung auch Holz- und Rindenbewohner und auch dann noch, wenn sich diese Teile vom Baum getrennt haben. Denn dadurch verändert sich die chemische Beschaffenheit von Holz und Rinde nicht, sie wird ja erst durch parasitische Lebewesen umgesetzt und in einfachere Stoffe zerlegt. Mit dieser Zerlegung können sehr gut ursprüngliche Parasiten zu „Saprophyten" geworden sein.] Auf jeden Fall ist einleuchtend, daß günstige Lebensbedingungen zu sitzender Lebensweise geführt haben können. Mit dieser reichlichen Ernährung mußten die einzelnen Teile des Lebewesens und auch ihre Geschlechtszellen, größer, fetter und mithin weniger beweglich geworden sein. Daher konnten diese nicht mehr aufeinander zustreben; andererseits übten sie infolge der größeren Masse einen stärkeren chemotaktischen Reiz aus, so daß die beweglichen Geschlechtszellen des beweglichen Jugendzustandes angezogen wurden: diese erscheinen uns jetzt als männlich, während die großen, unbeweglichen uns als weiblich erscheinen. Es ist mithin das männliche Geschlecht das dem ursprünglichen, neutralen ähnlichere, das weibliche hat sich aus dem neutralen durch reichliche Ernährung gebildet. Da die Nachkommen solcher erst während ihrer Lebenszeit sitzend gewordenen Lebewesen in der Jugend wieder freischwimmend, also beweglich, schlanker, kleiner sein werden, um sich dann erst wieder festzusetzen und sich dieser Entwicklungsgang allmählich erblich fixiert haben wird, so ist leicht einzusehen, daß nicht nur bei sedentären und parasitischen Lebewesen, sondern auch bei vielen anderen Lebewesen, deren Reifestadium „gesetzter" ist, das

männliche Stadium vor dem weiblichen kommt. Mithin ist begreiflich, warum in jedem Geschlecht auch Anlagen des anderen stecken, warum das Männchen vollständig wertlose weibliche Eigenschaften haben kann (Brustwarzen), warum in jedem Kern von beiderlei Geschlechtszellen alle Eigenschaften des Organismus verankert sind, warum sich zwar das Weibchen, nicht aber das Männchen (als nichtreifer Jugendzustand) parthenogenetisch fortpflanzen kann, warum durch erbliche Fixierung auch bei vollständig sitzender Lebensweise im Jugendzustand Männlichkeit auftritt oder Zwittrigkeit mit fortschreitender Verkümmerung der Männlichkeit. Wenn die freilebende Generation von *Rhabdonema nigrovenosum* getrenntgeschlechtlich, die in der Lunge der Frösche schmarotzende dagegen zwittrig ist, so zeigt uns dies deutlich, wie sehr die Ernährungsweise die Geschlechtsverhältnisse beeinflußt. Bei Tieren und Pflanzen finden wir außerordentlich häufig Zwittrigkeit mit sedentärer bezw. parasitischer Lebensweise verbunden. Für die Getrenntgeschlechtlichkeit dürfte die verschieden große Entwicklungsgeschwindigkeit als Erklärung dienen, indem bei den einen Geschöpfen das weibliche Stadium nicht erreicht wird, sie erscheinen uns als männlich, bei den anderen das Jugendstadium so verkürzt ist, daß sie uns von allem Anfang als weiblich vor Augen treten. Für die Zwittrigkeit dürfte die erbliche Fixierung beider Geschlechtsformen im Zusammenhang mit Übereinanderschiebung der beiden Stadien zur Erklärung dienen.

Durch solche Betrachtungen war ich über die Würmer in die Erscheinung der Intersexualität gelangt und fand, nachdem ich das später zur Besprechung gelangende Schema entworfen hatte, in Goldschmidt (1920) im Kapitel der konsekutiven Monoecie ein Beispiel von besonderem Werte für mich: „Bei gewissen prosobranchiaten Schnecken finden sich fast oder völlig sedentäre Formen der Gattung *Crepidula*, die auf Austernschalen sich festsetzen und zuerst funktionell und strukturell Männchen sind, dann die Organe rückbilden, eine Art hermaphroditischen Stadiums durchmachen, worauf ein rein weibliches Stadium folgt. Besonders deutlich ist dies dort, wo die Larven sich in Kettenform aneinander legen. Bei einer dieser Arten nun, *Crepidula plana*, sind die jungen Tiere sexuell Neutra. Werden sie, ebenso auch wie Männchen, für sich gehalten, so entwickeln sie sich bald zu Weibchen. Werden sie aber mit größeren Tieren sowohl Weibchen als Männchen zusammengebracht, so gehen sie alsbald in die männliche Phase über. Alle Experimente zeigen, daß die Anwesenheit größerer Tiere nötig ist, um die Entwicklung der männlichen Phase herbeizuführen. Larven, die sich ohne die Nähe

der größeren Individuen entwickeln, durchlaufen wahrscheinlich nie die männliche Phase. Selbst in der Übergangszeit kann durch den Reiz der großen Nachbarn die männliche Phase wiederholt werden. Während der männlichen Phase ist das Körperwachstum verzögert. Es ist jedoch ein sehr rasches bei den Neutra und den Tieren, welche die männliche Phase hinter sich haben. Ein Befund, der die Art des Reizes, den die großen Tiere ausüben, erklären könnte, wurde nicht erbracht."

Goldschmidt weist auf die Wichtigkeit der Feststellung einer verschiedenen Wachstumsgeschwindigkeit der Neutren und weiblichen Phase einerseits und der männlichen Phase andererseits hin, welche die für die Diskussion der Intersexualität so bedeutsame Differenzierungsgeschwindigkeit darstellt. Der rätselhafte Einfluß der großen Tiere bestehe zunächst in einer Verlangsamung der Differenzierung. Die Tatsache erlaube uns, den Anschluß an die Erscheinungen der Intersexualität herzustellen. „Wir sehen folgendes (Goldschmidt l. c.): 1. Bei den anderen *Crepidula*-Arten entwickelt sich (ebenso wie bei gewissen Krebsen) jedes Individuum zunächst zu einem Männchen. 2. In beiden Fällen sind diese Männchen freischwimmend resp. beweglich, während die spätere weibliche Phase sedentär ist, nämlich parasitisch oder kommensal. 3. Bei *C. plana* tritt die männliche Phase nur ein, wenn die Entwicklung durch die Anwesenheit größerer Tiere gehemmt wird. Es muß also wohl in allen Fällen genetisch Gleiches vorliegen und die Besonderheit der *C. plana* besteht nur darin, daß der die weibliche Phase bedingende besondere physiologische Zustand, den der Parasitismus oder Kommensalismus hervorruft, ohne den paralysierenden Einfluß der großen Nachbarn mit großer Geschwindigkeit erreicht wird. Erinnern wir uns nun einmal der Erklärung der normalen und intersexuellen Männchen von *Lymantria*. Dort hatten wir normale Männchen, wenn die langsamer verlaufende Produktion der weiblichen Hormone (verglichen mit den Hormonen der männlichen Differenzierung) erst nach dem Abschluß der Entwicklung ein wirksames Quantum erreicht haben würde; fiel dieser Zeitpunkt noch in die Entwicklungszeit, so erhielten wir Intersexe. Denken wir uns nun einmal, daß ein solcher männlicher Schmetterling imstande wäre, ein parasitisches Leben zu beginnen und weiter zu wachsen. Dann müßte er sich unbedingt in ein Weibchen verwandeln. Wir behaupten daher, daß diese konsekutiven Hermaphroditen genetische Männchen sind, deren Existenz durch Parasitismus oder Kommensalismus sozusagen über

ihre eigentliche Lebenszeit hinaus verlängert wird, so daß sie ihre weibliche Phase noch erleben. Jedes Insekt würde sich ebenso verhalten, wenn es physiologisch in die Lage kommen könnte und jedes Amphibium, Vogel, Säugetier ebenso, wenn nicht hier die innere Sekretion der Gonade dauernd die andersgeschlechtliche Phase unterdrückte ... Bei *Crepidula plana* ist die Differenzierungsgeschwindigkeit von Anfang an so groß, daß die männliche Phase nur klar zur Ausbildung kommt, wenn diese Geschwindigkeit durch den unbekannten Einfluß der Anwesenheit großer Tiere herabgesetzt wird."

Goldschmidt hält es nicht für unwahrscheinlich, daß auch der von Cuénot bei *Asterina gibbosa* entdeckte nach geographischen Bezirken verschiedene Hermaphroditismus hierher gehört.

Goldschmidt hält wie G. Smith diese konsekutiven Hermaphroditen für genetische Männchen. Doch sagt er: „Es könnte aber auch so sein, daß die Hermaphroditen genetisch gar kein Geschlecht hätten, d. h. daß alle Gameten funktionsfähig und gleich sind und jede Befruchtung deshalb dieselbe Kombination in bezug auf die Quanten der beiden Geschlechtsencyme bedingt. Dann hätten wir hier ein drittes Geschlecht."

Bei unserer Auffassung, daß sich aus dem neutralen Geschlecht durch reichliche Ernährung und geringere Beweglichkeit das weibliche entwickelt hat, wobei das bewegliche Jugendstadium zum männlichen wurde und mit der Zeit noch weiter „vermännlichen" konnte, ist nicht nur klar, daß in jedem Geschlecht auch das andere darin steckt, sondern daß sich die Männlichkeit, einmal erblich fixiert, auch in die weibliche Phase mehr oder weniger ausdehnen kann. Auch der Fall von *Crepidula plana* klärt sich auf. Wenn ursprünglich solche bewegliche männliche Individuen zusammen mit älteren, ob nun Männchen oder Weibchen gelebt haben, so waren für sie die Ernährungsbedingungen viel ungünstiger, da ihnen die großen Individuen das Futter weggefressen haben; sie blieben also in ihrer Entwicklung gehemmt, d. h. sie verblieben im männlichen Jugendzustand. Dieses Verhältnis hat sich endlich als erblicher Reiz fixiert. Da sich nun Faktoren, welche den Übergang vom beweglichen zum seßhaften Zustand bedingen, erblich festgelegt haben, so muß dies auch in gleicher Weise für die beiden entstandenen Geschlechter dieser Zustände der Fall gewesen sein, d. h. also wie es in jedem Lebewesen einen Faktor für die Entwicklung des Jugendzustandes und einen für die des reifen geben muß, so müssen auch in jedem Lebewesen die Erbfaktoren zur Entwicklung jeden

Geschlechtes vorhanden sein. GOLDSCHMIDT (1920) zieht aus den Erscheinungen der Intersexualität folgende Schlußfolgerungen: „Ein jedes sich entwickelnde Individuum eines zweigeschlechtlichen Organismus enthält die Stoffe, deren Wirkung das eine wie das andere Geschlecht hervorrufen kann. Ein besonderer Mechanismus, der in den Mendel-Experimenten erschlossen wird und in den Geschlechtschromosomen sichtbar gegeben ist, bewirkt es, daß diese Stoffe in relativ verschiedener Quantität auf je die Hälfte der Individuen verteilt werden. Diese Stoffe wirken nach Art der Encyme proportional ihrer Konzentration. Die quantitative Differenz in den beiden Gruppen von Individuen läßt automatisch die männlichen oder weiblichen Encyme zuerst die entscheidende Reaktion vollenden. Diese Reaktion ist die Erzeugung der spezifischen Hormone der geschlechtlichen Differenzierung."

Da viele Erscheinungen zeigen, daß „die Entscheidung über das Geschlecht im wesentlichen davon abhängt, ob die befruchtete Eizelle ein oder zwei X-Chromosomen enthält und daß dieses rein quantitative Verhältnis entscheidend ist, nicht die Qualität des in den Chromosomen Enthaltenen", wird meine Anschauung, daß es sich ursprünglich nur um ein Geschlecht gehandelt hat, bekräftigt. Da für das Geschlecht entscheidend die Differenz der Valenzen zweier Quantitäten ist, nicht aber die absoluten Quanten, so können verschiedene Rassen verschieden sein in bezug auf die absoluten Quanten bei gleicher Valenzdifferenz. Dies geht nicht nur aus den Untersuchungen über die zygotische Intersexualität bei *Lymantria dispar* hervor, das könnte doch auch die Erklärung für das Verhalten der geographischen Rassen sein, welche von BRUNSWIK (1924) im Anschluß an KNIEP als durch multiple Allelomorphe der Sterilitätsfaktoren bedingt aufgefaßt werden. Man könnte doch annehmen, daß bei einer Rasse die absoluten Weiblichkeitsquanten höher sind, diese daher mit den Mycelien aus allen Sporen einer anderen copulieren muß.

Kernübertritt und Basidie.

Wir wollen nun einmal schematisch (Fig. Q) zur Darstellung bringen, an welch verschiedenen Punkten der Entwicklung es zum Paarkernstadium kommt. Hierbei sei hervorgehoben, daß es sich bei dieser Reihung absolut nicht um eine phylogenetische Anordnung handelt und daß viele bekannte Fälle als nicht für unsere Frage wichtig natürlich unberücksichtigt blieben. Die Kugeln mit einem großen Punkte stellen junge Vollbasidien, die mit 2 Kernen früh-

geborene Basidien (Conidien) dar. Der Übergang des Mycels von männlich in weiblich wird durch Verbreiterung des Mycelfadens zum Ausdruck gebracht, doch ändert sich nichts, wenn jemand diese Anschauung ablehnt und den einen Faden für weiblich, den anderen für männlich hält.

Wir beginnen mit den Brandpilzen, die sicherlich infolge Parasitismus stark abgeleitete Basidiomyceten darstellen.

Bei *Ustilago Tritici* (Fig. Q a) können nach Paravicini (1917) mitunter schon 2 Zellen des Promycels (Epibasidie) miteinander copulieren (wenn auch sonst das Promycel und seine Seitenäste zu langen miteinander copulierenden Mycelfäden auswachsen), so daß die erste eigentliche Mycelzelle schon zweikernig ist. Wenn nun in den tatsächlich (bei *Ustilago nuda*) auftretenden kugelig abgerundeten Mycelzellen keine Kernverschmelzung eintreten würde, hätten wir Zweikernconidien. Es soll im Schema a nur angedeutet werden, daß die Möglichkeit von „frühgeborenen Basidien" besteht. Da schließlich die beiden Kerne in den Kugelzellen verschmelzen, erweisen sich diese als Hypobasidien.

b) Bei *Tilletia Tritici* tritt oft die nächst denkbare Stufe ein, indem die an der Hypobasidie (Spore) gebildeten Sporen (Conidien) miteinander copulieren, solange sie noch auf der Basidie sitzen. Auch hier ist natürlich gleich die erste Mycelzelle zweikernig. Hier treten deutlich Zweikernconidien, die sog. Sichelconidien, auf, die ihrer Form nach sehr gut frühgeborene Basidien darstellen.

Natürlich ist hier auch der Fall vertreten, daß die Sporen erst nach ihrem Abfallen von der Basidie miteinander copulieren (c). Die nächst weitere Stufe ist die, wo aus den abgefallenen Sporen Mycelfäden keimen, die miteinander copulieren.

In d sehen wir eine Stufe, auf der die X-Phase wohl ausgeprägt ist. Die beiden (zuerst männlichen Mycelfäden) copulieren miteinander durch Kernübertritt, das Zweikernmycel kann sehr frühgeborene Basidien (Conidien, Kugelzellen des Velums, Aecidiosporen), spätere frühgeborene Basidien (Conidien, Cystiden, Uredosporen) und endlich Vollbasidien (Teleutosporen) erzeugen. Dieser Fall gilt so gut für viele Uredineen wie Holobasidiomycten (Hymenomyceten).

Ein besonderer Fall ist e, wo gleich die erste Zelle des Zweikernstadiums, also die Zelle, in welche der Kerneintritt stattfindet, zu einer frühgeborenen Basidie (Aecidiospore)[1]) wird,

[1]) Eigentlich Aecidiosporenmutterzelle, die durch Querteilung in die Aecidiospore und die Interkalarzelle zerfällt.



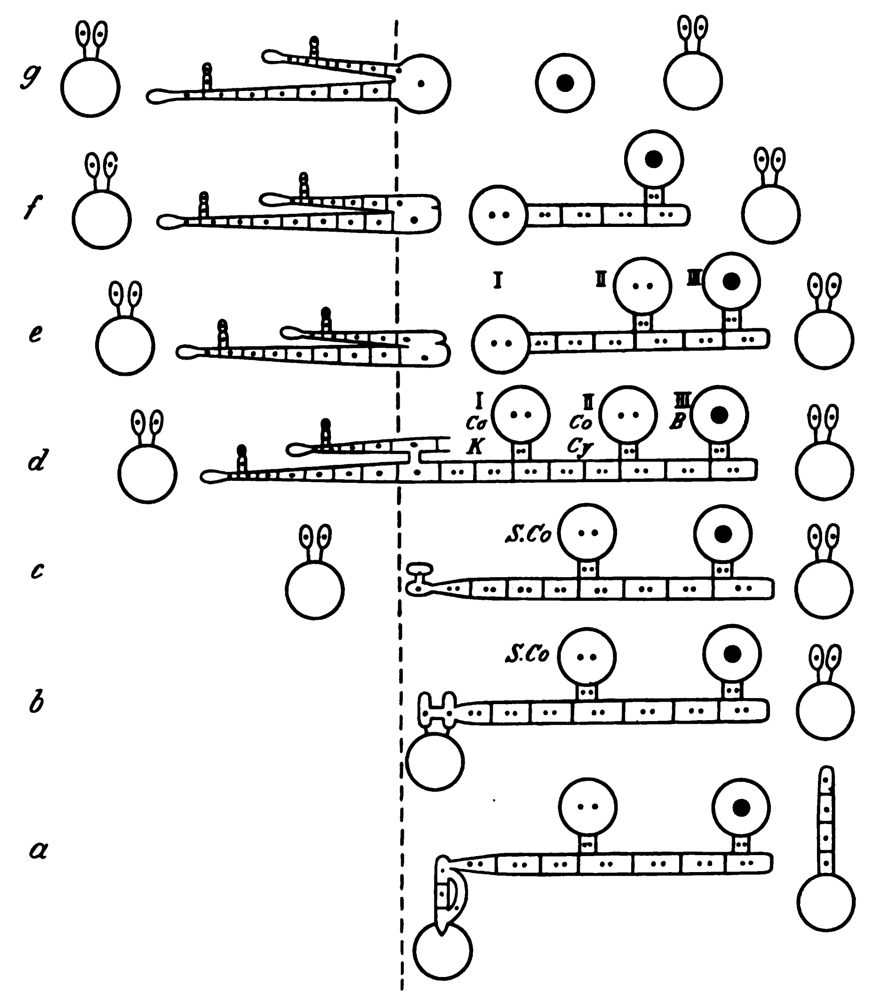


Fig. Q. Schematische Zusammenstellung verschiedener Fälle der Entstehung des Paarkernstadiums. Basidiosporen länglich oval mit einem Kern (Punkt), Einkernmycel mit Einkernconidien bzw. Spermatien (rund und klein) mit einem Punkt, Paarkernmycel mit zwei Punkten. Kreis mit zwei nebeneinander liegenden Punkten (Paarkern): frühgeborene Basidie. Kreis mit einem großen Punkt (Verschmelzungskern): Vollbasidie. a) *Ustilago Tritici*. Hier copulieren manchmal schon zwei Zellen des Promycels (Epibasidie). Das Paarkernmycel erzeugt (vielleicht frühgeborene Basidien und) Basidien. b) *Tilletia Tritici*. Es copulieren oft die Sporen, solange sie noch auf der Basidie sitzen, oder c) nachdem sie abgefallen sind. In beiden Fällen erzeugt das Paarkernmycel frühgeborene Basidien (Sichelconidien) und endlich Basidien. d) Zwei Sporen bilden je ein Einkernmycel; dieses ist zuerst männlich und bildet Spermatien (Oidien); später copulieren sie, da der eine Faden bereits weiblicher ist als der andere; das Paarkernstadium erzeugt erst eine Sorte frühgeborener Basidien (Conidien, Velumkugeln, Aecidiosporen), später eine zweite Sorte (Conidien, Cystiden, Uredosporen), und endlich Vollbasidien (Teleutosporen). Es stellt einen bei Hymenomyceten und Uredineen sehr häufigen Fall dar. Für letztere müßte zwischen I und II eine Unterbrechung gedacht werden. e) Dasselbe wie in d, nur daß die erste entstandene Paarkernzelle gleich eine frühgeborene Basidie (Aecidiospore) ist, welche ein Paarkernmycel mit frühgeborenen Basidien und Vollbasidien erzeugt. Der Fall von *Phragmidium speciosum*. f) Nächst denkbarer Fall: die erste entstandene Paarkernzelle ist eine frühgeborene Basidie, die ein Paarkernmycel mit Vollbasidien erzeugt. g) Nächst denkbarer Fall: die erste entstandene Paarkernzelle ist schon eine Vollbasidie.

welche ein Zweikernmycel hervorbringt mit Frühgeburten und Vollbasidien. Er ist durch *Phragmidium speciosum* vertreten.

Als nächstmögliche Stufe ist die zu denken (f), wo die durch Kernübertritt entstandene Zelle ebenfalls gleich frühgeborne Basidie ist; das aus ihr hervorgehende Zweikernmycel erzeugt aber nur Basidien.

Endlich muß der Fall (g) angenommen werden, daß gleich die erste Zelle nicht eine Frühbasidie, sondern eine Vollbasidie wird.

Was sehen wir also: Die Basidie ist das Oogonium, in welche der Kernübertritt und in welcher die Kernverschmelzung stattfindet.

Verfolgen wir jetzt die Fälle in umgekehrter Reihenfolge, so wie es in der Entwicklung tatsächlich der Fall gewesen sein muß:

1. 2 Mycelfäden copulieren miteinander. Die Copulationszelle ist die Basidie, es erfolgte Kernübertritt und Kernverschmelzung in dieser Zelle, hierauf Reduktionsteilung und Sporenbildung (g).

2. 2 Mycelfäden copulieren miteinander. Die Copulationszelle ist nur eine frühgeborene Basidie. Sie erzeugt ein 2x-Mycel (bzw. Fruchtkörper) mit Vollbasidien (f).

3. 2 Mycelfäden copulieren miteinander. Die Copulationszelle ist nur eine frühgeborene Basidie. Sie erzeugt ein 2x-Mycel (bzw. Fruchtkörper) mit frühgeborenen Basidien und Vollbasidien (*Phragmidium speciosum*) e.

4. 2 Mycelfäden copulieren miteinander. Die erste Zweikernzelle zeigt nicht einmal den Charakter der frühgeborenen Basidien; diese und die Vollbasidien werden erst in späteren Stadien erzeugt. (Uredineen und Hymenomyceten) d.

5. Die Einkernymcelien werden immer kürzer, bis schon die abgefallenen Sporen ohne ein Einkernmycel zu bilden miteinander copulieren (c) oder sogar schon, solange sie noch auf der Basidie sitzen (b) oder endlich, schon die Zellen der Basidie copulieren miteinander (a); (a—c bei Brandpilzen). Wir sehen aus dem Schema, daß der Fall e (*Phragmidium speciosum*) tatsächlich vor dem allerhäufigsten Fall (d) eine wichtige Erscheinung voraus hat: Es geht der Kernübertritt unter auffälligen Begleiterscheinungen vor sich, indem die erste Zelle des 2x-Mycels eine frühgeborene Basidie ist, während sonst diese Erscheinung ohne jede äußerliche Ausstattung zu erfolgen scheint. Doch in Wirklichkeit ist dies auch im Falle d zumeist mit einer unglaublich merkwürdigen Erscheinung begleitet. Ab dem Zweikernmycel sind zumeist alle Zellen bis zur Basidie mit Schnallen versehen. Kniep hat darauf hingewiesen, daß die

Schnallen der Basidiomyceten den Hakenbildungen der Ascomyceten homolog sind, wenn auch letztere nur bei der Entwicklung der Asci auftreten, die Schnallen hingegen allgemein verbreitet sind. Wenn nun Ascus und Basidie homolog sind, ist es dann noch zu verwundern, wenn dort die Hakenbildung im Zweikernstadium und hier die Schnallenbildung ebenfalls im Zweikernstadium auftritt? Zeigt die der Hakenbildung homologe Schnallenbildung der Basidiomyceten nicht am deutlichsten, daß ab der ersten Paarkernzelle eine Basidientendenz vorhanden ist, die sich eben in der Ausbildung von frühgeborenen Basidien kundgibt?

Daß die Schnallenbildung zur Erhaltung und Erzeugung von Kernpaaren mit geschlechtsverschiedenen Kernen notwendig ist, kann uns für jene Fälle einleuchten, wo die Zweikernzellen so schmal sind, daß die beiden Kerne nicht nebeneinander sondern hintereinander zu liegen kommen. Im ersten Fall brauchen sich die beiden Kerne nur conjugiert teilen und die zwischen den Tochterkernpaaren auftretende Wand muß zwei Kernpaare mit den beiden geschlechtsverschiedenen Kernen voneinander trennen, im letzteren Falle ist keine Wandbildung denkbar, die wiederum zwei gleiche Kernpaare voneinander trennen würde. Wenn das auch keine Erklärung der Schnallenbildung ist, so wird uns diese doch verständlich. Auch kann man begreifen, daß bei breiteren Tramafäden infolge der richtigen Stellung (nebeneinander) der beiden Kernpaare, die Schnallenbildung unterbleiben kann, wie ja allenthalben die verschiedensten Wandbildungen vorhanden sein oder fehlen können. Nun hat KNIEP gefunden, daß tatsächlich 2 Entstehungsweisen der Basidienbildung zu unterscheiden sind, die mit Schnallenbildung, die der Entstehung mit Hakenbildung homolog ist und die ohne solche, welche der Ascusentstehung vom *Galactinia*-Typus entspricht. BRUNSWIK fand innerhalb derselben Gattung *Coprinus*, die sonst Schnallen führt, bei 3 Arten Zweikernfruchtkörper bei gänzlichem Fehlen von Schnallen. Es wäre nun nicht so undenkbar, daß das Fehlen eines sonst so charakteristischen Merkmals auf solche räumliche Verschiedenheit (wie Zellenweite) zurückzuführen wäre. Wie sehr trotz sonst charakteristischen Verhaltens Wandbildungen innerhalb enger Verwandtschaftsverhältnisse schwanken können, sehen wir z. B. bei der Tremellabasidie. Ja innerhalb derselben Species sahen wir bei *Pilacre* die Wände im Basidienträger, das Fehlen derselben im homologen Conidienträger. Endlich gibt es doch Gastromyceten, deren Holobasidie von „septierten“ Paraphysen begleitet wird. Dies

sei nur zum Beweis dafür angeführt, daß trotz des Schwankens im Besitz von Schnallen bei nahestehenden Formen, die Schnallen doch ein Erbstück sind, welches viele Basidiomyceten mit den Ascomyceten gemeinsam haben.

Überblicken wir das im letzten Abschnitt Gehörte, so müssen wir sagen: daß auch die Velumkugelzellen frühgeborene Basidien darstellen, geht außer ihrer palisadenartigen Anordnung an Stellen, wo sonst ein steriles Hymenium sitzt, auch daraus hervor, daß ab der ersten Zweikernzelle in jeder weiteren Zelle eine Basidientendenz steckt. Während die Entwicklung der Vollbasidie gewisser äußerer Faktoren bedarf, ist der Eintritt der Kernverschmelzung vielleicht davon abhängig, daß der weiblichere Kern in sein vollweibliches Stadium gelangt. Diese beiden ursprünglich zusammenfallenden Zeitpunkte, sind wahrscheinlich durch die parasitische Lebensweise mit ihrem großen Einfluß auf morphologische Gestaltung und Geschlechtsverhältnisse bei den meisten Pilzen auseinander geraten, so daß es eben frühgeborene Basidien, Einkernbasidien usw. gibt.

Endlich müssen wir uns sagen: Gerade die Uredineen mit ihren vielen Übergängen von Teleutosporen zu Uredo- und Aecidiosporen hätten uns daraufführen müssen, daß es frühgeborene Basidien gibt, daß die Diploidconidie ein Homologon der Basidie ist. Doch ist um so wertvoller, daß uns erst das genauere Studium der Hymenial- und Basidialverhältnisse der Auriculariaceen darauf geführt hat, da hierdurch um so deutlicher wird, daß die Uredineen ein Seitenzweig der Auricularineae sind. Daß die frühgeborenen Basidien auch bei den Hymenomyceten auftreten und dort zu einer Fülle der verschiedensten Gestalten mit mannigfachen Funktionen führen, ist ein Zeichen dafür, daß es sich um eine mit dem Entstehen des Paarkernmycels verbundene Erscheinung allerweitester Verbreitung handelt. Es ergeben sich daraus wichtige Grundsätze nicht nur für die Beurteilung der verschiedensten Elemente fertiler und steriler Hymenien sondern auch im Verein mit cytologischen Untersuchungen für die Bewertung der Zweikernconidien bzw. der Conidienträger bei den Fungi imperfecti.

Zusammenfassung des Neuen.

1. Die Gesetzmäßigkeit des Hymeniums der Coprini beruht auf der sympodialen Verzweigung der Basidienbüschel in Verbindung mit charakteristischer Formveränderung der einzelnen Zweigsysteme, indem die Zweige I. Ordnung zu Cystiden bzw. frühreifen Basidien,

die II. Ordnung zu Basidien bzw. spätreifen Basidien, die III. Ordnung zu Paraphysen werden. Natürlich erklärt sich ebenso das Hymenium mit mehr als zwei Generationen von Basidien.

2. Es gibt frühgeborene Basidien, d. h. Gebilde, die vorzeitig an Basidienstelle entstehen und dementsprechend mehr oder weniger in ihrer Form an die verschiedenen Entwicklungsstadien der Basidie erinnern. Sie sind zweikernig. Hierher gehören die Aecidiosporen und Uredosporen der Uredineen, die Sichelconidien der Tilletieen, die Velumkugeln, Cystiden, Pseudophysen der Hymenomyceten, die Conidien bzw. Conidienträger am Paarkernstadium. (Die Paraphysen stellen junge Basidien dar.)

3. Die Diploidconidie ist homolog einer jungen Basidie (Hypobasidie). Der Conidienträger ist meist homolog einer Vollbasidie (Basidie mit Sterigmen und Sporen). *Pilacrella delectans*, *Pilacre Petersii* sind Beispiele für den ersten Fall, die Conidienträger von *Polyporus annosus, Sebacina incrustans* für den zweiten.

4. Entsprechend dem quirligen Bau der Basidie der Tremellaceen ist auch die frühgeborene Basidie (Conidienträger) sehr oft quirlig gebaut.

5. Die reihenweise Anordung der Basidien bei den Sirobasidiaceen kommt dadurch zustande, daß jede Zelle des paarkernigen Tramafadens zur Basidie wird, während sonst die Tramazellen Äste bilden, die in sympodiale Basidienbüschel übergehen. Wenn also die Endzelle eines Tramafadens zur Basidie anschwillt, kann entweder die nächst untere Zelle auch zur Basidie werden (Sirobasidium) oder diese Zelle wächst zu einem Faden aus, der terminal mit einer Basidie endet, deren nächst untere Zelle wächst aus und wird zu einer Basidie usw. (sympodiales Basidienbüschel).

6. Bei den Uredineen ist keine Neuerwerbung zu verzeichnen: Die verschiedenen zweikernigen Sporenformen treten anderwärts als frühgeborene Basidien auf. Das Abfallen der Basidien kommt bei *Jola javensis,* die räumliche Trennung der verschiedenen Sporen in Lagern bei *Craterocolla cerasi*, die reihige Basidienanordnung bei den Sirobasidiaceen, der Parasitismus bei den Auriculariaceen vor und ebenda sind ähnliche Hymenophore nachgewiesen wie die von *Cronartium.*

7. Die ersten Organismen hatten nur ein Geschlecht, indem sie selbst und ihre Fortpflanzungszellen beweglich waren. Durch sedentäre bzw. parasitische Lebensweise wurden die in der Jugend beweglichen Organismen und ihre Fortpflanzungszellen besser ernährt, größer, unbeweglicher: sie erscheinen uns als Eizellen, die des

jugendlichen Stadiums als männliche Geschlechtszellen. Die Faktoren für die Entwicklung eines beweglichen Jugend- und gesetzteren Reifestadiums haben sich als Geschlechtsfaktoren vererbt. (Es muß nicht in allen Fällen die sedentäre Lebensweise die Weiblichkeit erzeugt haben, es genügt auch die infolge des Wachstums entstandene Größenzunahme, um gegen ein kleineres Jugendstadium in bezug auf Nahrungsaufnahme infolge Erfahrung und Stärke ruhiger und gesetzter zu werden. Bei sedentärer Lebensweise erfolgt dies zwangläufig).

8. Die Mycele vieler Basidiomyceten scheinen zuerst männlich zu sein, um dann weiblich zu werden und mit einem Oogonium = Basidie abzuschließen. Die Geschlechtszellen des männlichen Stadiums sind die Spermatien (Oidien), die zumeist funktionslos geworden sein dürften.

9. Weil infolge der Geschlechtsdifferenz zwischen Mycelien Kernübertritte erfolgen, bevor ein Kern sein weibliches Reifestadium erreicht hat, kommt das Paarkernstadium zustande. Dieses ist infolge des doch geschlechtlichen Aktes des Kernzusammentrittes mit Basidientendenz erfüllt, die sich in der der Hakenbildung der ascogenen Hyphen homologen Schnallenbildung und in der Bildung von frühgeborenen Basidien kundgibt.

10. Gemäß Punkt 7 und der Erscheinungen bei *Crepidula plana* kann man sich die Verhältnisse so vorstellen: Der bereits stärker weibliche Faden hält durch reichlichere Ernährung den in der Nähe liegenden mehr oder weniger männlichen Faden im männlichen Zustand nieder, bis die Geschlechtsdifferenz so stark wird, daß die von dem weiblichen Kern ausgehende Reizwirkung den männlichen zum Übertritt veranlaßt; die Kernverschmelzung findet erst in dem Moment statt, wo der weibliche Kern seine Vollreife erlangt hat.

11. Auf jeden Fall war bei den Basidiomyceten die Basidie zuerst da; erst nachträglich traten durch die geschilderten Verhältnisse (frühzeitiger Kernübertritt und parasitische bzw. sedentäre Lebensweise mit reichlicher Ernährung) die Vorbedingungen zur Bildung der frühgeborenen Basidien auf. Alle auf diese als Vorläufer der Basidien aufgebauten phylogenetischen Betrachtungen sind mithin hinfällig.

Literaturverzeichnis.

BREFELD: Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. 3. Heft. 1877.
—: Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. 7. Heft. 1888.
—: Dasselbe. 8. Heft. 1889.
BRUNSWIK: Untersuchungen über die Geschlechts- und Kernverhältnisse bei der Hymenomycetengattung Coprinus. Bot. Abhandl. 1924.
BUCHOLTZ: Hypogaeen aus Rußland. Hedwigia XL, 1901.
BULLER: Die Erzeugung und Befreiung der Sporen bei Coprinus sterquilinus. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 56 1915.
CAVARA: Contributo alla conoscenza delle Podaxineae. Malpighia XI, 1897.
CONARD: The structure and development of Secotium agaricoides. Mycologia VII, 1915.
DIETEL: Über die Abschleuderung der Sporidien bei den Uredineen. Mycol. Zentralbl. Bd. 1 1912.
GÄUMANN: Über die Entwicklungsgeschichte von Jola javensis PAT. Ann. myc. Bd. 20 1922.
GOLDSCHMIDT: Mechanismus und Physiologie der Geschlechtsbestimmung. 1920.
HÖHNEL u. LITSCHAUER: Beitrag zur Kenntnis der Corticieen. II. Mitteil. 1907.
KLEBAHN: Die wirtswechselnden Rostpilze. 1904.
KNIEP: Über das Auftreten von Basidien im einkernigen Mycel von Armillaria mellea FL. DAN. Zeitschr. f. Bot. Bd. 3 1911.
—: Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyceten. I, II. Zeitschr. f. Bot. Bd. 5 1913.
LEHFELDT: Über die Entstehung des Paarkernmycels bei heterothallischen Basidiomyceten. Hedwigia Bd. 64 1923.
LOHWAG: Der Übergang von Clathrus zu Phallus. Arch. f. Protistenk. Bd. 49 1924.
—: Entwicklungsgeschichte und systematische Stellung von Secotium agaricoides. Österr. bot. Zeitschr. Jahrg. 1924.
—: Zur Stellung und Systematik der Gastromyceten. Verh. d. zool.-bot. Ges. in Wien Bd. 74 1924.
—: Die Homologien im Fruchtkörperbau der höheren Pilze. Biologia generalis. 1925.
—: Zur Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Gastromyceten. Beih. z. bot. Zentralbl. 1925.
LOTSY: Vorträge über Stammesgeschichte. 1907.
MAIRE: Rech. cytolog. et taxonom. sur les Basidiomycètes. 1902.
MATRUCHOT: Rech. biol. sur les Champignons. Rév. gén. bot. 1897.
MÖLLER, A.: Protobasidiomyceten, Heft 8 von SCHIMPER: Bot. Mitteil a. d. Tropen 1895.
NEUHOFF: Cytologie und systematische Stellung der Auriculariaceen und Tremellaceen. Bot. Arch. Bd. 8 1924.
PARAVICINI: Untersuchungen über das Verhalten der Zellkerne bei der Fortpflanzung der Brandpilze. Ann. myc. Vol. 15 1917.
SYDOW: Die Verwertung der Verwandtschaftsverhältnisse und des gegenwärtigen Entwicklungsganges zur Umgrenzung der Gattungen bei den Uredineen. Ann. myc. Vol. 19 1921.
WALKER: Development of Pluteus admirabilis and Tubaria furfuracea. Bot. Gaz. Vol. 68, 2, 1919.
WETTSTEIN, R.: Zur Morphologie und Biologie der Cystiden. Sitz.-Ber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien 1887.
ZATTLER: Vererbungsstudien an Hutpilzen. Zeitschr. f. Bot., 16. Jahrg., 1924.




1
2
3
L
L
L
St
P
4
5
6
7



scher in Jena
Lith Anst v E A Funke Leipzig

Tafelerklärung.

Tafel 14.

Fig. 1, 2 u. 3. Homologisierung des Entwicklungsganges eines *Coprinus* (Fig. 1) mit dem einer Uredinee. Fig. 2: Vom Einkernmycel bis zur Entstehung der Aecidiosporen. Fig. 3: Von der Aecidiospore bis zur Entstehung der Sporidien. Einkernmycel mit Trägern von Stäbchenoidien bzw. Spermatien (schwarz). Paarkernmycel und Trama (rot), Velumkugeln bzw. Aecidiosporen = frühgeborene Basidien (rot), Cystiden bzw. Uredosporen = später auftretende und mithin den Basidien ähnlichere frühgeborene Basidien (blau). Basidien bzw. Teleutosporen (rot ohne Kerne). Sporen bzw. Sporidien (schwarz). Die Paraphysen des *Coprinus* haben kein Homologon bei den Uredineen, was an dem Vergleich nichts ändert, da, wie wir wissen, die Paraphysen spätgeborene Basidien sind und bei anderen Hymenomyceten aus ihnen die späteren Basidiengenerationen hervorgehen, während *Coprinus* nur kurze Zeit Basidien bildet. Die Uredineen gehören jener biologischen Gruppe an, die lange Zeit hindurch Basidien (Teleutosporen) erzeugen.

Fig. 4. Die beiden Tramafäden von Fig. E a u. b nach meiner Auffassung: Tramafaden = Tramafaden (blau), Conidie = Basidie (rot).

Fig. 5. Dieselben Tramafäden nach A. Möller's Auffassung, wenn er (im Gegensatz zu seiner Beurteilung der Fig. E a u. b) schreibt: *Pilacrella* lehrt, wie die Entstehung der Auriculariabasidie aus dem conidientragenden Faden zu denken ist. Also: Conidien tragender Tramafadenteil = Basidie (rot), Conidie = Basidiospore (schwarz).

Fig. 6. Homologisierung bei *Pilacre*, und zwar a u. b nach Brefeld's Auffassung: Basidie = Conidienträger (rot), Basidiospore = Conidie (schwarz); c u. d nach meiner Auffassung: Basidienbüschelträger (Tramafaden) = Conidienträger (Tramafaden) blau; Basidie = Conidie. Also: Basidienstand = Conidienstand, beide sympodialen Aufbaues.

Mitteilungen aus der Tropenabteilung des Instituts für parasitäre und infektiöse Krankheiten der Tierärztlichen Hochschule Utrecht.
Direktor: Prof. Dr. L. de Blieck.)

Beiträge zum Problem der Geißelbewegung.

Von
B. J. Krijgsman.

(Hierzu 6 Textfiguren.)

Vorliegende Arbeit hat nicht den Zweck, das außerordentlich schwierige Problem der Geißelbewegung zu lösen; dazu sind wir m. E. bei dem jetzigen Stand der mikroskopischen Technik noch gar nicht imstande. Sie will nur zeigen, daß die von früheren Autoren nach Beobachtungen an einzelnen Tieren aufgestellten Hypothesen durchaus nicht verallgemeinert werden dürfen; im Gegenteil, die Geißelbewegung kann bei den verschiedenen Protisten ganz verschieden sein. Ich möchte nur Kritik üben an den früheren Untersuchungen und neue Beobachtungen hinzufügen, die sich gegen die Schraubentheorie Bütschli's und die Kegelschwingungstheorie Metzner's richten.

Meinem verehrten Chef, Herrn Prof. Dr. de Blieck, danke ich herzlich für die meiner Arbeit entgegengebrachte Kritik und das Interesse.

Angaben früherer Forscher.

Als ich die Literatur der Geißelbewegung der Protisten betrachtete, so erschien sie mir arm an positiven Resultaten; überreich aber an Theorien.

Lassen wir die älteren Beschreibungen außer Betracht, so begegnen wir zuerst der Geißeltheorie Bütschli's (2, 3). Nach ihm soll die Geißel schraubenförmige Wellenbewegungen ausführen; die Wirkung soll also der Bewegung einer Schiffsschraube ähneln: der Organismus schraubt sich mit der Geißel voran durch das Medium hindurch.

Seine Theorie wurde, was die Bakterien anbetrifft, von Reichert (16) und Fuhrmann (8) günstig beurteilt. A. Fischer (6, 7) im Gegenteil beschrieb die Bewegung der Bakteriengeißel als eine Ruderwirkung. Auch außer dem Bakteriengebiete wurde die Verallgemeinerung der Bütschli'schen Theorie angezweifelt.

Ulehla (19) definiert die Geißelbewegung der Protisten als Ruderbewegung (Peitsche) (s. auch Jost (11)), während Metzner (12) eine Kegelschwingung annimmt, wobei die Geißel nur gelegentlich passiv eine Schraube bildet.

In bezug auf die Literaturangaben können wir von vornherein den Schluß ziehen, daß dieselbe Geißel verschiedene Bewegungsarten nacheinander auszuführen imstande ist. Diese Meinung finden wir auch bei manchen Autoren vertreten (Pütter (15), Schindera (18) und in Winterstein's Handbuch (20)).

Jetzt möchte ich aber noch etwas zu den Arbeiten Ulehla's und Metzner's bemerken:

Ulehla's Untersuchungen sind hauptsächlich auf die Flagellaten-Protisten gerichtet. Er beobachtet im Dunkelfeld einen für jede Art spezifischen Lichtraum, welcher nach ihm von der Geißel durch- oder umschwungen wird. Experimentell will er eine Verlangsamung der Bewegung (vermittels Gelatine usw.) nicht hervorrufen, weil er diese immer als abnormal betrachtet. Obgleich er selbst diese Auffassung nicht immer konsequent durchführt; obgleich er auch aus der verzögerten Bewegung ab und zu Folgerungen zieht auf die normalgeschwindige Geißel, so kann ich seine Meinung doch in diesem Sinne stützen, daß die durch irgendwelche Beeinflussung der Tiere hervorgerufenen unregelmäßigen Bewegungen m. E. als abnormal zu betrachten sind.

Weil Ulehla manchmal bestimmte Lichtlinien in den Lichträumen wahrnimmt, kommt er zu einem Ruderprinzip der Geißel. Darf er aber diesen Schluß ziehen? Hat er je die verschiedenen Haltungen der Geißel im Lichtraum deutlich beobachtet? Nein! Und kann die Geißel nicht sehr verschiedene Bewegungen ausführen, damit doch derselbe Lichtraum zustande kommt? Ja! Ein Beweis für die Ruderwirkung gibt er also eigentlich nicht.

Zum Schluß die Arbeit Metzner's. Dieser Untersucher konstruiert eine Anzahl sehr schöner Geißelmodelle, die er im Wasser sich drehen läßt.

Jetzt nimmt er Bewegungsströmungen wahr, welche das Tier, wenn die Geißel einen Kegelmantel umschwingt, vorwärts treiben sollen. Die Beobachtung dieser Strömungen am lebenden Objekt nach Hinzugeben eines Silberhydrosols an das Medium gelingt ihm aber nicht: ... „Es zeigte sich aber, das die Größenordnung der zu erwartenden Strömungserscheinungen hinter der Brown'schen Molekularbewegung der kleinen Teilchen zurückblieb."

Wenn aber die von der Geißel erzeugten Strömungen so schwach sind, daß sie die Molekularbewegung nicht überwinden können, wie kann dann überhaupt von einer Strömung und von einer Bewegung des Tieres die Rede sein!? Das ist mir völlig unklar. Weil Metzner also das lebende Objekt auf seine Weise nicht beobachten kann, beschränkt er sich auf die Figuren Ulehla's, denen er eine andere Deutung gibt. So kommt er zum Schluß, daß bei Flagellaten die Geißelbewegung eine reine Kegelschwingung ist; meines Erachtens ohne Recht.

Eigene Beobachtungen.

In einer Erdinfusion fand ich gelegentlich eine ungeheure Menge Monadinen.[1]) Weil die stetig wechselnden Bewegungen der Geißeln in Beziehung zur Bewegung des Tieres mir sehr interessant vorkamen, so begab ich mich an diese Untersuchung.

Ein Tropfen der Kultur wurde mit einem Deckglas versehen und bei Dunkelfeldbeleuchtung (Siedentopf'scher Paraboloidkondensor) beobachtet. Die Beobachtung geschah mit Zeißobj. 3 mm, 2 mm und den Komp. Okularen 4, 6, 8 und 12.

Es ergab sich alsbald, daß der von Ulehla beschriebene, nach ihm für jede Art spezifische Lichtraum gar nicht immer wahrnehmbar ist; und sicherlich nicht so konstant wie er annimmt. Öfters verschwindet der Lichtraum; die Geißel selbst läßt sich einige Zeit beobachten, um sich nachher wieder in einen Lichtraum zu verwandeln. Erst wenn die Tiere längere Zeit am hellen Licht exponiert sind, erscheint der Lichtraum nicht wieder; die Geißelbewegungen werden unregelmäßig und das Tier stirbt.

Die von mir beobachteten Bewegungsarten kann ich am besten folgendermaßen einteilen:

[1]) Gattung *Monas* mit einer großen und einer kleinen Geißel.



A. Vorwärtsbewegung.

I. Mit maximaler Geschwindigkeit.

Die Geißel durchschwingt einen Lichtraum, dessen Gestalt der Fig. Aa entspricht; er ist also eine Ebene, welche unten sattelförmig gebogen ist. Dieser Lichtraum erscheint, weil das Tier um seine Längsachse rotiert, abwechselnd links und rechts der Längsachse. (Hat das Tier sich 90° gedreht, so entspricht es der Fig. Ab.) Durch welche Bewegungen der Geißel dieses Bild zustande kommt, ist aber so ohne weiteres nicht zu entscheiden. [1])

Nun tritt aber zuweilen plötzlich die Geißel aus dem Lichtraum hervor; im Anfang eine noch sehr schnelle und nicht analysierbare Bewegung zeigend. Allmählich aber verzögert sich diese Bewegung, bis die verschiedenen Bilder der Geißel deutlich wahrnehmbar sind. Nach einiger Zeit nimmt die Geschwindigkeit (ohne kontrollierbare Ursachen) wieder zu, und endlich lösen die verschiedenen Geißelstadien sich wieder zu einem Lichtraum auf. Die verschiedenen Stadien der verzögerten Bewegung habe ich folgenderweise zusammengefaßt:

Phase a (Fig. Ac): Die Geißel befindet sich im Stadium 1. Nun streckt die Geißel sich nach vorn, indem eine Welle von basal nach oben hinaufläuft; der basale Teil streckt sich ungefähr in die Richtung der Längsachse und so wird der apicale Teil nach oben gezogen. Die Geißel kommt in dieser Weise über die Stadien 2, 3, 4 und 5 im Stadium 6 an.

Phase b (Fig. Ad und Ae): Wenn die Geißel ganz nach vorn gestreckt ist, so tritt in der Mitte eine Einbuchtung auf (Stad. 7). Diese wird tiefer (Stad. 8 und 9); das Geißelende sinkt in Ansicht zum Körper nach unten (Stad. 10) und durch einen kräftigen Ruderschlag kommt die Geißel über die Stadien 11, 12, 13, 14 und 15 in den Zustand 16. Sodann geht sie ins Stadium 1 über und fängt so von neuem an.

In der Phase b erblicken wir also den aktiven Schlag.

Die bei der Phase a geschonte Wassermasse wird in der Phase b seitwärts hinunter gedrückt, und das Tier bewegt sich in einer Richtung entgegengesetzt der auf das Wasser ausgeübten Kraft. (Also in den Fig. Ad und Ae nach links oben.) Weil aber die von der Geißel durchschwungene Ebene ein wenig gebogen ist, so wird

[1]) Die kleine Geißel zeigt niemals einen Lichtraum, schlägt nur ab und zu; sie scheint mir also, wie Ulehla auch schon sagte, für die die Vorwärtsbewegung bedingende Triebkraft keine Bedeutung zu haben.



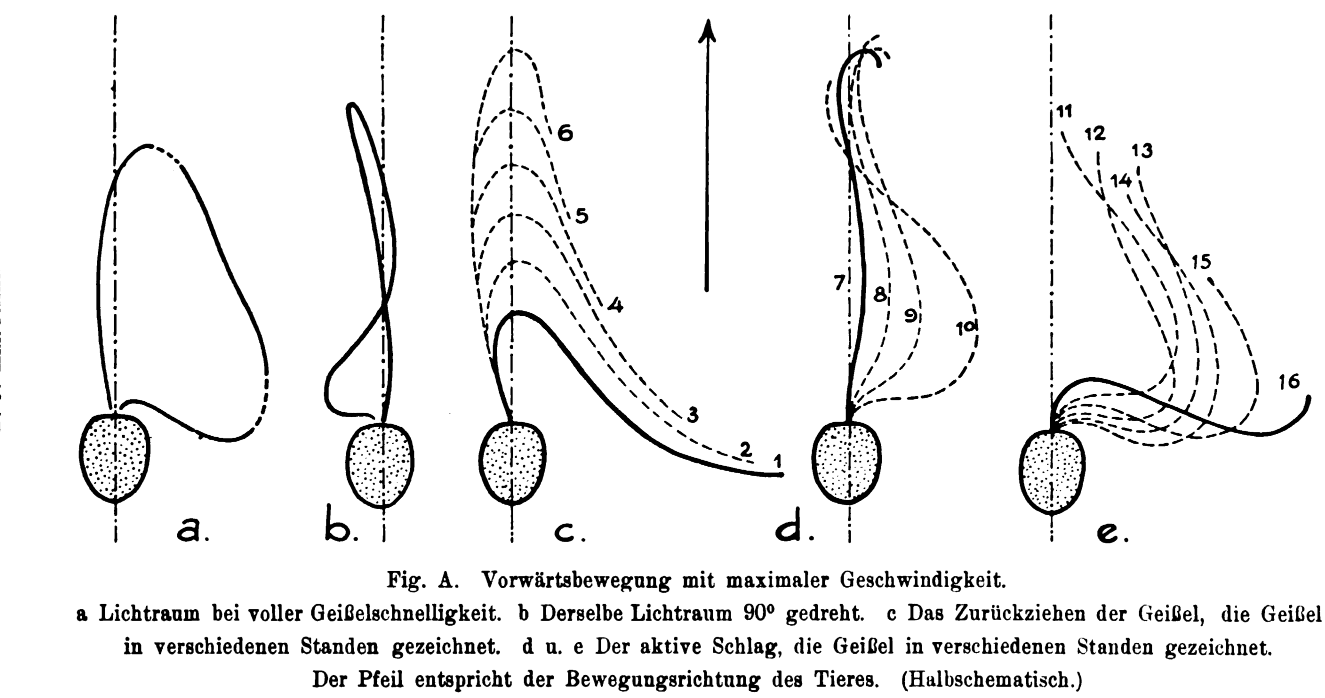


Fig. A. Vorwärtsbewegung mit maximaler Geschwindigkeit.
a Lichtraum bei voller Geißelschnelligkeit. b Derselbe Lichtraum 90° gedreht. c Das Zurückziehen der Geißel, die Geißel in verschiedenen Standen gezeichnet. d u. e Der aktive Schlag, die Geißel in verschiedenen Standen gezeichnet. Der Pfeil entspricht der Bewegungsrichtung des Tieres. (Halbschematisch.)

das Tier sich während der Phase b etwas drehen. In dieser Weise kommt bei fortgesetzter Bewegung die Rotation des Tieres zustande, und die vom Tiere beschriebene Bewegungsbahn ist fast gradlinig, schwach spiralig. So verstehen wir auch, daß die Bewegung ruckartig verläuft: jeder Ruderschlag hat einen Ruck zur Folge. Die Fig. A zeigt deutlich, wie die Summe der Stadien der Oberfläche des Lichtraumes entspricht.

Eine Modifikation, in diesem Falle eine Vereinfachung der Bewegung bei maximaler Geschwindigkeit, habe ich öfters beobachten können. Sie tritt auf, indem die Geißel, nachdem sie die Stadien 1, 2, 3, 4, 5 und 6 (Fig. Ba) durchlaufen hat, einen einfachen Ruderschlag seitwärts nach hinten beschreibt (Stadien 8, 9, 10, 11, 12 und 13 der Fig. Bb).

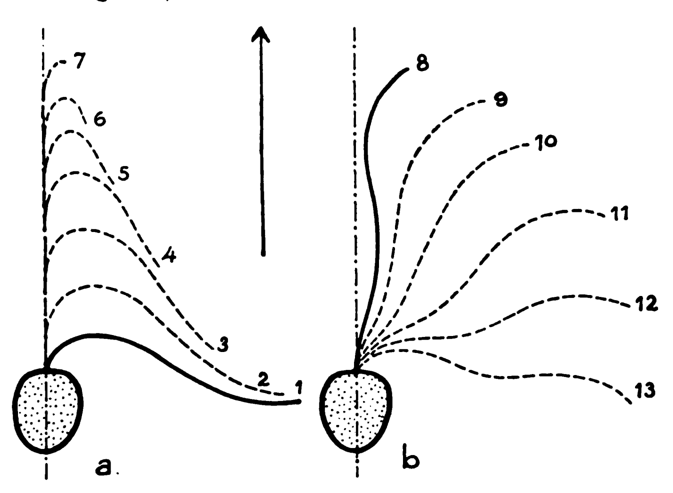


Fig. B. Vorwärtsbewegung mit maximaler Geschwindigkeit; Vereinfachung der Bewegung A I. a Das Zurückziehen der Geißel. b Der aktive Schlag. Im übrigen wie Fig. A (schematisch).

Eine Schnelligkeitsänderung oder eine Änderung der Bewegungsbahn infolge dieser Modifikation konnte ich nicht feststellen.

II. Mit wenig Geschwindigkeit.

Nebst der maximalgeschwinden Vorwärtsbewegung konnte ich bisweilen auch ein sozusagen vorsichtiges Vorwärtsschwimmen beobachten; von einer langsamen Rotation des Tieres begleitet. Auch bei dieser Bewegung schlägt die Geißel so schnell, daß ein Lichtraum entsteht (seitlich von der Längsachse abgebogen, der Fig. Ca

entsprechend);[1]) jedoch ist offenbar der Effekt des Geißelschlages kleiner als bei der maximalen Geschwindigkeit.

Es war mir hier in derselben Weise (zeitliche Verzögerung der Bewegung ohne nachweisbare Ursachen) möglich, die Bewegung genau wahrzunehmen, und in zwei Phasen zu zerlegen:

Phase a (Fig. C b): Die Geißel zieht sich seitlich nach vorn zurück, indem sie sich kontrahiert über die Stadien 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9; eine in den verschiedenen Stadien freigelassene Wassermasse umziehend.

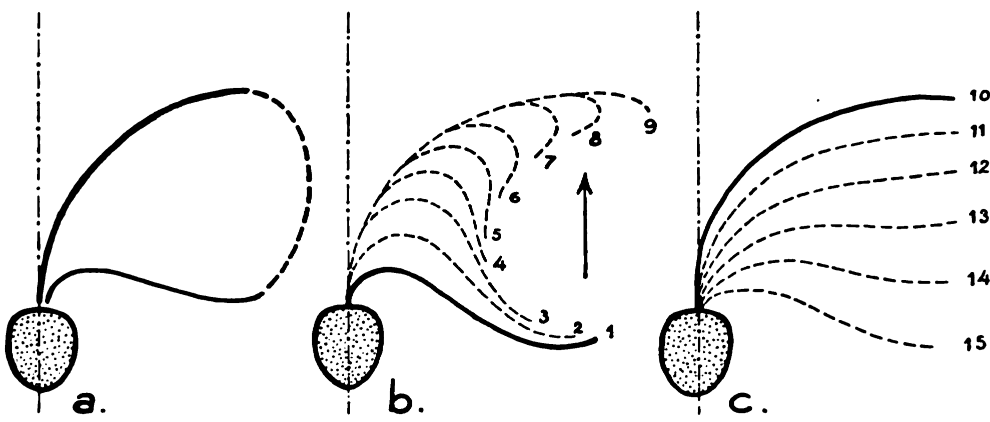


Fig. C. Vorwärtsbewegung mit kleiner Geschwindigkeit. a Lichtraum bei voller Schnelligkeit. b Das Zurückziehen der Geißel. c Der aktive Schlag. (Schematisch.)

Phase b (Fig. C c): Der Ruderschlag; die Geißel durchläuft die Stadien 10, 11, 12, 13, 14, 15 und versetzt so die bei der Zurückziehung freigebliebene Wassermasse.

B. Bewegung nach hinten (Zurückfahren).

Zuweilen beobachtete ich, wie ein ruhig sich vorwärts bewegendes Tier auf einmal steht, und dann sehr langsam, aber ohne Rotation, eine kleine Strecke zurückfährt. Bei diesem Zurückfahren war es mir immer möglich, die Bewegungen der Geißel genau zu studieren, weil sie sich hier nur ziemlich langsam bewegt. Wie die Fig. D zeigt, benimmt die Geißel sich wie eine Leine, durch die man Wellen schickt, indem man das Ende (in diesem Fall der Basalteil) abwechselnd kräftig nach oben und nach unten bewegt. Diese

[1]) Im Hinblick auf die Rotation des Tieres liegt auch hier wahrscheinlich dieser Lichtraum nicht in einer flachen Ebene; es war mir jedoch nicht möglich, dies genau festzustellen.



Bewegungen finden ungefähr in einer flachen Ebene statt; von einer Schraube ist auch hier also nicht die Rede.[1]) Die Wassermasse wird durch die der Geißel entlang verlaufenden Wellen nach vorn geschickt, und das Tier bewegt sich der anderen Seite zu; also nach hinten.

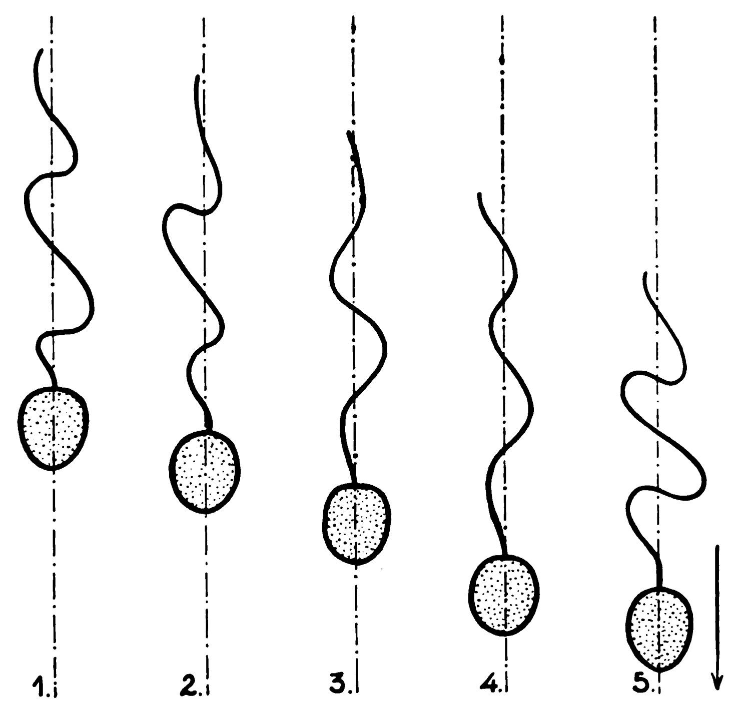


Fig. D. Bewegung nach hinten. Von der Geißelbasis laufen Wellen zur Geißelspitze hin. (Schematisch.)

C. Seitliche Bewegung (Seitwärtsfahren).

Einige Male konnte ich beobachten, wie ein Individuum in einer Richtung senkrecht zur Längsachse gradlinig zur Seite fuhr (ohne Rotation) (Fig. E.)

Die Geißel hat sich hier eingestellt auf eine Richtung entgegengesetzt der Bewegung; sie schickt, wie beim Zurückfahren, in einer ungefähr flachen Ebene Wellen zur Seite, wie die Stadien 1, 2, 3, 4 und 5 der Fig. E zeigen. Nur ist die Bewegung der Geißel hier entschieden schneller[2]) und die Wellen sind bedeutend größer.

---

[1]) Dergleichen undulierende Bewegungen wurden neuerdings von Bretschneider bei anderen Flagellaten beobachtet (1).

[2]) Jedoch nicht so schnell, daß ein Lichtraum entsteht.

D. Die Runddrehbewegung.

Zuletzt bleibt mir noch eine, leider nur selten beobachtete Runddrehung des Tieres zu beschreiben übrig (Fig. F).

Bei dieser Bewegung ist die Geißel in Ruhe; nur die Spitze erscheint heftig erregt. Sie beschreibt Figuren, die ich bis jetzt noch nicht ganz zu analysieren vermag. Nur konnte ich beobachten, daß im bewegenden Teil Wellen zur Spitze hinlaufen; ob dies aber in einer Ebene stattfindet, konnte ich nicht feststellen. Die Runddrehung findet in die Richtung der Pfeile statt; also entgegengesetzt der Wellenrichtung.

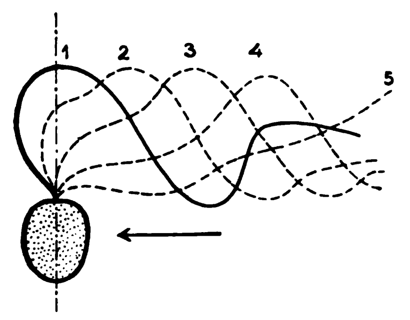


Fig. E.

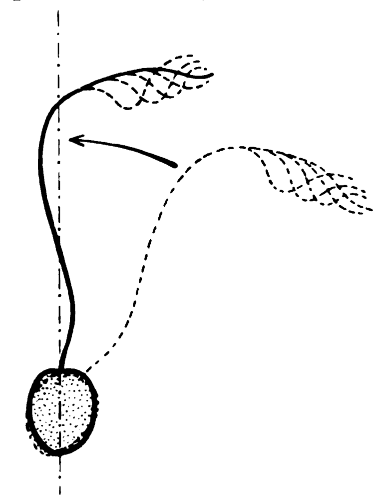


Fig. F.

Fig. E. Bewegung seitlich senkrecht zur Längsachse. Die Geißel zeigt eine Wellenbewegung. (Schematisch.)

Fig. F. Das Runddrehen des Tieres. Die Geißel ist außer der Spitze in Ruhe; die Spitze zeigt Wellenbewegung (schematisch).

Daß es außer den von mir beschriebenen Bewegungsarten noch viele andere gibt, ist ohne weiteres klar, wenn man sich nur einen Augenblick die Tiere ansieht, wie sie öfters ihre Bewegungsrichtung ändern. Viele dieser Bewegungen war ich aber ihrer Kompliziertheit und Seltenheit wegen noch nicht zu analysieren imstande.[1])

Bei Bewegungshemmung vermittels Gelatine erhielt ich im großen und ganzen dieselben Resultate.

Nun möchte ich zurückgreifen auf die Frage, ob die von mir beobachteten Geißelbewegungen durchaus als normal anzusehen sind. Verzögert ist die Bewegung jedenfalls; ob dies aber auf irgendeine Schädigung (z. B. vom starken Licht) zurückzuführen ist? Ich glaube nein. Die verzögerte Bewegung stellt hier nämlich nicht

---

[1]) Mit Hilfe eines kinematographischen Apparates für verzögerte Aufnahmen wird es wahrscheinlich möglich sein, alle Bewegungen genau zu analysieren.

den Anfang des Absterbens dar; sie ist nur ein Intermezzo, nach der die Geißel mit neuer Energie zu schlagen beginnt. Überdies entspricht die Summe der beobachteten Geißelbewegungsstadien durchaus dem durchschwungenen Lichtraum.

Wenn nun die Verzögerung die Folge einer Schädigung sein sollte, so könnten doch nicht konstant immer wieder dieselben Bewegungstypen auftreten. Diese verzögerten Bewegungen sind jedenfalls ganz verschieden von denen, die ich beobachtete an Tieren, die nach stundenlanger Beobachtung abzusterben begannen. Im letzten Fall schwingt die Geißel immer weniger schnell und führt absolut ungeordnete Bewegungen aus; während das Tier selbst meistens steht.

Zusammenfassend möchte ich sagen:

1. Die Bewegung bei der von mir beobachteten Monadine ist die Folge einer Ruderwirkung der Geißel; wie Ulehla schon behauptete.

2. Die auftretenden Bewegungsverzögerungen sind nicht alle als abnormal zu betrachten.

3. Die Geißel ist eine Organelle, die in Beziehung auf ihre Bewegungsmöglichkeiten kompliziert gebaut sein muß; auch weil ihre Bewegungen zurzeit nicht nach einfachen mechanischen Gesetzen erklärt werden können.

Utrecht, Mai 1925.

Literaturverzeichnis.

1) Bretschneider, Ludwig H.: Pyramimonas ultrajectina nov. spec. eine neue Polyblepharididae. Erscheint im Arch. f. Protistenk.

2) Bütschli, O.: Protozoa Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches.

3) —: Bemerkungen über Cyanophyceen und Bacteriaceen. Arch. f. Protistenk. Bd. 1 1902 p. 41.

4) Entz jun., G.: Studien über Organisation und Biologie der Tintinniden. Arch. f. Protistenk. Bd. 15 1909 p. 93.

5) Erhard, H.: Studien über Flimmerzellen. Arch. f. Zellforsch. Bd. 4 1910.

6) Fischer, A.: Untersuchungen über Bakterien. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 27 1895.

7) —: Vorlesungen über Bakterien. Jena 1903.

8) Fuhrmann, F.: Die Geißeln von Spirillum volutans. Zentralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 25 1910 p. 129.

9) Goldschmidt, R.: Lebensgeschichte der Mastigamöben Mastigella vitrea n. sp. und Mastigina setosa n. sp. Arch. f. Protistenk., Suppl. I, 1907 p. 83.
10) Jensen: Handwörterb. d. Naturwiss. Bd. 1 p. 1055.
11) Jost: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Jena 1913.
12) Metzner, P.: Zur Mechanik der Geißelbewegung. Biol. Zentralbl. Bd. 40 1920 p. 49.
13) S. von Prowazek: Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 1903.
14) —: Einführung in die Physiologie der Einzelligen. Leipzig 1910.
15) Pütter, A.: Die Flimmerbewegung. Ergebn. d. Physiol. 2. 2. Abt. 1903.
16) Reichert, K.: Über die Sichtbarmachung der Geißeln und die Geißelbewegung der Bakterien. Zentralbl. f. Bakt., I. Abt. Bd. 51 1909 p. 14.
17) Schaudinn, F.: Generations- und Wirtswechsel bei Trypanosoma und Spirochaete. Arb. a. d. Kais. Gesundh. Bd. 20 1904.
18) Schindera, M.: Beiträge zur Biologie, Agglomeration und Züchtung von Trypanoplasma helicis. Arch. f. Protistenk. Bd. 45 1922 p. 200.
19) Ulehla, V.: Ultramikroskopische Studien über Geißelbewegung. Biol. Zentralbl. Bd. 31 1911 p. 645, 657, 689, 721.
20) Winterstein: Handb. d. vergl. Physiol. Bd. III, 1. Jena 1914.

Die braune Algenreihe der Chrysophyceen.

Von

A. Pascher.

(Hierzu 56 Textfiguren und Tafel 15.)

Inhaltsübersicht.

Einleitung.

In der Abhandlung „Über Flagellaten und Algen“ (Pascher 1914) konnte ich zeigen, daß für fast alle gefärbten Flagellatenreihen celluläre Ausbildungen nachweisbar sind, die zu den vorherrschend beweglichen Organisationen dieselbe Beziehung zeigen, wie beispielsweise die cellulären Chlorophyceen zur Flagellatenreihe der Volvocales. Und wurden bereits seit langem die Volvocales mit den verwandten unbeweglichen cellulären Organisationen zusammen als Algenreihe der Chlorophyceen zusammengefaßt und als geschlossene systematische Einheit behandelt, so war es naheliegend, das gleiche auch für jede der anderen Flagellatenreihen zu tun und sie mit ihren unbeweglichen cellulären Ausbildungsweisen als geschlossene Algenreihen hinzustellen.

So ergab sich, daß die Dinoflagellaten mit ihren unbeweglichen Algenorganisationen als Algenreihe der Dinophyceen, die Cryptomonaden und ihre Algenorganisationen zu den Cryptophyceen vereinigt und die Chrysomonaden in gleicher Weise an den Beginn der Chrysophyceen gestellt wurden. Ich habe in der genannten Abhandlung diese Algengruppen aufgestellt und diese neuen Algengruppen wurden auch teilweise von anderen Algologen übernommen. So hat Oltmanns in seinem Algenbuche die Chrysophyceen genau in dem von mir angegebenen Umfange übernommen und sie entsprechend meinen seinerzeitigen Ausführungen behandelt.

Als geschlossene mit Flagellatenorganisationen beginnende Algenreihen wurden bis 1914 nur die Chlorophyceen und Heterokonten geführt. Für die anderen Algenreihen wurden die verwandtschaftlichen Zusammenhänge und die Tatsache, daß fast alle Algenreihen, die mit Flagellaten beginnen, die gleichen Algenorganisationen ausbilden, 1914 erwiesen.

Hier sei die Algenreihe behandelt, die mit der Flagellatenreihe der Chrysomonaden auf das engste verbunden ist.

Als Chrysomonaden wird eine Flagellatenreihe bezeichnet, deren Chromatophoren meist gelbbraun sind (ohne daß wir die Beschaffenheit der Farbstoffe genau kennen würden), die niemals Stärke haben, sondern als Reservestoff, abgesehen von den mitauftretenden Ölen und Fetten, Leukosin bilden. Über die Natur des Leukosins wissen wir nichts Eindeutiges. Dazu haben die Chrysomonaden eine höchst charakteristische Sporenbildung und Sporenform. Die Sporen werden e n d o g e n im Protoplasten der Monade gebildet (Fig. A); ihre Wand

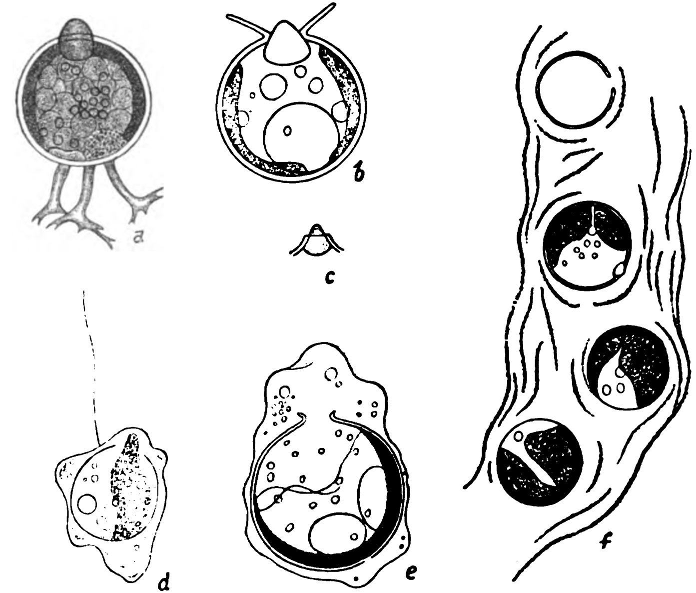


Fig. A. Cysten von Chrysomonaden und cellulären Chrysophyceen.
1. Von einer *Chromulina*-Art; vorn ein mächtiger Stopfen. 2. Von einer *Ochromonas*-Art, Porusrand trichterig erweitert; Stopfen stark kegelförmig. 3. Verschluß einer nicht näher bestimmten Chrysomonadencyste. 4. Anlage der Cystenwand innerhalb einer *Chromulina*, Porus bereits vorhanden. 5. Anlage einer Cyste; extracystäres Plasma mit pulsierenden Vakuolen; der größte Teil des Protoplasten bereits innerhalb der Cyste. 6. Palmelloides *Phaeothamnion*-Stück; oben zwei Cysten. Eine leer; Porus deutlich; eine noch nicht ausgeschlüpft, noch mit Stopfen verschlossen. (Kombin. Zeichnung. a, c nach SCHERFFEL.)

besteht im fertigen Zustande aus zwei Teilen, einem größeren, der meist die Form einer bis auf ein scharf abgesetztes kleines Loch fast ganz geschlossenen kugeligen Schale hat und einem Stopfen, der dieses Loch von innen her verschließt. Dieser Stopfen ist nach

innen verbreitert, er wird bei der Keimung der Spore aufgelöst. Oltmanns gibt allerdings an, der Spund fliegt bei der Keimung heraus. Er hat sich durch den Vergleich mit Gegenständen des täglichen Gebrauches zu einem falschen Analogieschluß verleiten lassen. Schon eine ganz oberflächliche Betrachtung einer Chrysomonadenspore ergibt die völlige Unmöglichkeit der Oltmanns'schen Behauptung.

Die Schale der Spore ist meist stark verkieselt, der Stopfen viel weniger meist gar nicht.

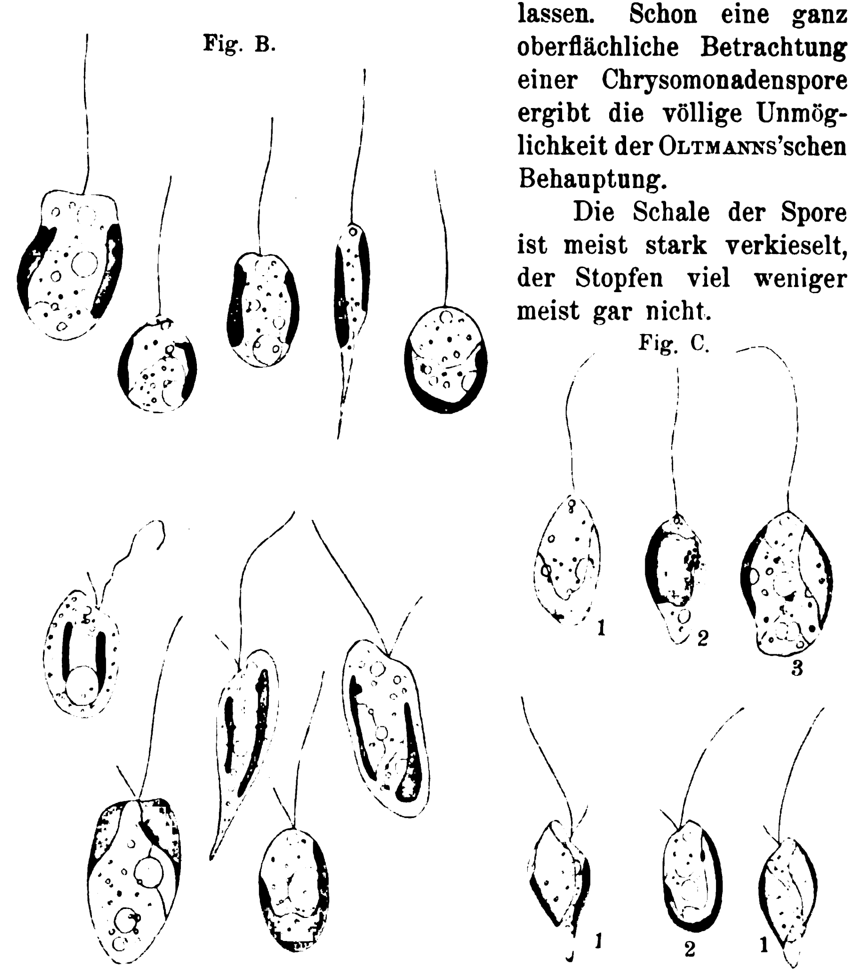


Fig. B. Typische Chrysomonaden: oben fünf verschiedene Arten der Gattung *Chromulina*; unten fünf verschiedene Arten der Gattung *Ochromonas*.

Fig. C. Ein Vergleich mit Fig. B. Schwärmer einiger Chrysophyceen. Oben Schwärmer nach dem *Chromulina*-Typus. 1. *Phaeodermatium*, 2. *Epichrysis*, 3. *Chrysosphaera nitens*. Unten: Schwärmer vom *Ochromonas*-Typus. 1. *Nematochrysis*, 2. *Phaeothamnion*.

Es ist nun klar, daß solche unbewegliche braune Algen, die Leukosin speichern und Sporen mit Loch und Stopfen und verkieselter

Wand haben, als Verwandte der Chrysomonaden betrachtet werden müssen, besonders wenn bei diesen braunen Algen auch noch vorübergehend gebildete bewegliche Stadien auftreten (Fig. A a u. b), die Flagellatenformen entsprechen, wie sie bei den Chrysomonaden vorkommen.

Solche braune Algen sind nun tatsächlich bekannt. Einige von ihnen sind bereits seit langem beschrieben, wurden aber in ihrer verwandtschaftlichen Zugehörigkeit nicht erkannt, andere wurden in neuerer Zeit von verschiedenen Autoren bekannt gemacht.

Diese Chrysophyceen sind sehr verbreitet. In unseren kalten Bächen und Quellen sitzen sie als Krusten oder Gallerten auf Steinen oder Holz oder hängen als kleine Flöckchen an Gräsern und Fasern, in seichten Wiesengräben mit halb stagnierenden Ansammlungen sitzen sie anderen Algen auf oder liegen zwischen anderen Algen, oder treiben im Plankton. Viele von ihnen sind oligotherm. Geitler, der sich mit dem Studium der Algen der kalten Bäche befaßt, konnte viele von ihnen auf Objektträgern, die er in Bächen auslegte, angewachsen erhalten. Wie verbreitet müssen sie sein, wenn man sie fast mit absoluter Sicherheit innerhalb eines Bachbettes auf so kleinen Flächen wie Objektträgern, erhalten kann. Andere gehen in Rohkulturen auf Agar-Agar auf und bilden kleine Kolonien. Manche von ihnen sind sehr resistent, so resistent, daß sie sogar Laboratoriumsbehandlung aushalten. Daß man von ihnen so wenig weiß, hängt großenteils mit der Art und Weise zusammen, in der Süßwasserorganismen studiert werden. Schönwetter, gute Jahreszeit, womöglich nicht vor Mai und nicht nach September sind Vorbedingung der üblichen Süßwasserstudien; nur der geringste Teil wird lebend untersucht, der andere Teil für das „Studium“ oft nur gerade gelegentlich aufgesammelt und dann „fixiert“, um zu Hause oder im Laboratorium untersucht zu werden. Dabei wird auch das lebende Material in völlig unzureichender Weise in Tuben verpackt, stundenlang gequält, bis schließlich gerade nur wenige Formen übriggeblieben sind, an denen das „Lebendstudium“ vorgenommen wird. Dabei sind viele unsrer Algen sehr labil, vertragen weder rasche noch zu hohe Erwärmung, noch Mangel an Sauerstoff, sterben bald ab, verändern auch, soweit sie nicht feste Membranen haben, auch noch die Gestalt, werden grün, das Leukosin verschwindet und löst sich und was meist überbleibt sind völlig zersetzte Leichenreste oder im Absterben begriffene kranke Organismen. Und nur die allerresistentesten sind dann das Material für das Laboratorium und

Institut — wie ja auch die in jedem Institut üblichen Mikroorganismen von einer ermüdenden Gleichmäßigkeit sind, eben die Formen, die trotz allem eben bei diesem Selektionprozeß noch leben bleiben.

Allerdings setzt das Studium der Wasserformen Vertrautheit mit den Freilandvorkommnissen voraus und die läßt sich weder durch Anfänger-, noch durch Vorgeschrittene- Kurse erwerben, sondern nur in den biologischen Stationen und direkt im Freiland. Nur ein eng umbeschriebener Teil von Fragen wird sich in den offiziellen Universitäts-Laboratorien erledigen lassen. Viele wichtige Fragen werden nur an den Stationen zu lösen sein.

Noch schlechter liegen die Verhältnisse für die marinen Formen. Hier wird ja alles, was nicht zu den sauber begrenzten Gruppen der Chlorophyceen, Rhodophyceen und Phaeophyceen, den Diatomeen und Peridineen gehört (von den Blaualgen abgesehen), infolge Unsicherheit, um nicht zu sagen Ratlosigkeit geradezu ängstlich gemieden und die wenigen Arbeiten über solche Organismen des Meeres (Lohmann, Schiller usw.) stehen geradezu in einer betrüblichen Einsamkeit da.

Die Algenreihe der Chrysophyceen läßt dieselben Formen der Organisation erkennen, wie sie auch bei anderen Algenreihen vorhanden sind und am besten von den Chlorophyceen bekannt sind. Ich habe diese Parallelentwicklung der Algenreihen in der genannten Arbeit (1914) in einer Übersichtstabelle zum Ausdrucke gebracht und verweise hier auf sie.

Bereits unter den Chrysomonaden neigt eine Reihe von Formen, die sonst den größten Teil ihres Lebens im beweglichen Zustande verbringen, dazu, dieses bewegliche Stadium zugunsten des Lebens in gallertumhüllten, unbeweglichen Ausbildungen einzuschränken und wir sehen viele Übergänge zwischen solchen Formen, die nur ganz gelegentlich solche Palmellen oder Gloeocysten ausbilden und solchen, die fast den größten Teil ihres Lebens darin leben. Entsprechend dieser Zunahme des Lebens im unbeweglichen Zustande erfolgt auch eine Veränderung der Protoplastenorganisation. Sind es Palmellen oder Gloeocystisorganisationen, die noch nicht zu dauernden Einrichtungen geworden sind, oder bei denen dieses Leben im Gallertstadium noch nicht tiefgehend fixiert ist, so sehen wir an den Protoplasten noch Augenfleck und kontraktile Vakuolen, wenn auch die Geißeln in den allermeisten Fällen rückgebildet sind. Aber bei Formen, die diese Form des Lebens bereits mehr stabilisiert haben, schwinden am Protoplasten Augenfleck und kontraktile Vakuolen; wir sehen

an diesen Formen auch meist, daß jede Einzelzelle noch von einer eng anliegenden derberen Hülle innerhalb der Gallerte umgeben ist. In diesen gallertumhüllten Stadien ist wohl die Beweglichkeit sistiert, nicht aber die Teilung und es entstehen auch tatsächlich oft große Kolonien, manchmal mit bestimmt orientiertem Wachstum.

Aus diesen unbeweglichen Stadien kann aber das bewegliche Flagellatenstadium, in der Form kurz beweglicher Schwärmer, die sich bald wieder mit Gallerte umgeben und zur Teilung schreiten, zurückbilden. Diese Organisation der Chlorophyceen ist völlig gleich den Tetrasporalen unter den Chlorophyceen — sie wurde in der genannten Arbeit als Chrysocapsales bezeichnet.

Oder aber es sind fest behäutete zunächst mit Cellulosenmembran (diese manchmal leicht verkieselt) versehene Zellen, in denen der Protoplast im ausgebildeten Zustande der Zelle eingeschlossen, im ausgebildeten Zustande ohne Stigma und kontraktile Vakuolen lebt. Bei der Vermehrung teilt sich der Protoplast und die Teilstücke treten als Schwärmer, die völlig die Organisation von Chrysomonadenflagellaten haben, aus und runden sich zur Ruhe gekommen bald wieder zu solchen behäuteten Zellen ab. Oder aber die Teilstücke nehmen die Form der Schwärmer nicht mehr an, überschlagen dieses Stadium gewissermaßen und wandeln sich direkt innert der Zelle zu neuen Tochterzellen um, die dann Autosporen heißen. Diese liegen entweder locker in der erweiterten Membran der Mutterzelle oder die Mutterzelle umschließt sie eng anliegend (bes. bei bloßer Zweiteilung des Protoplasten). Auf diese Weise kommt die „Zweiteilung“ der Zellen zustande. Diese Organisation der Chrysophyceen entspricht völlig den Protococcales unter den Chlorophyceen, sie wurde als Chrysosphaerales bezeichnet, sie ist natürlich auch völlig analog den Heterococcalen unter den Heterokonten.

Durch fadenförmige Koloniebildung aus solchen behäuteten Zellen ist die Ordnung der Chrysotrichalen charakterisiert; sie entspricht den Ulotrichalen unter den Chlorophyceen, den Heterotrichalen unter den Heterokonten. Die so gebildeten Fäden können festsitzend oder frei flottierend, verzweigt oder unverzweigt, aufrecht abstehen, oder anliegend kriechen, ja sogar krustenförmig zusammenschließen. Auch hier treten Schwärmer auf, die völlig die Chrysomonadenorganisation zeigen.

Andere Ausbildungsweisen von Chrysophyceen kennen wir derzeit in der holophytischen Entwicklungsrichtung nicht. So fehlt nach unseren Kenntnissen die siphonale, vielkernige Ausbildung.

Allen diesen unbeweglichen cellulären Ausbildungen ist nicht nur wie bereits erwähnt, ein Schwärmstadium entsprechend den Chrysomonaden gemeinsam, auch die Form der Cystenbildung. Wo Sporen an Chrysophyceen der holophytischen Entwicklungsrichtung beobachtet wurden, entsprachen sie den oben gemachten Angaben: sie waren in ihrer Membran zweiteilig — also mit Porus und Stopfen versehen und ihre Membran war, soweit daraufhin untersucht, verkieselt.

Mit diesen Cysten erscheint abgesehen von der Morphologie der ruhenden Zelle und der Schwärmer die Zusammengehörigkeit dieser cellulären Formen mit der Flagellatenreihe der Chrysomonaden erwiesen.

Bemerkt seien noch zwei Momente. Wir kennen von keiner Chrysophycee geschlechtliche Fortpflanzung und alle Angaben darüber (bes. Borzi machte solche) scheinen auf Fehlbeobachtungen zurückzugehen, bei denen Stadien ganz verschiedener, untereinander nicht näher verwandter Algenformen vermengt gesehen wurden.

Es erscheint mir nicht unwahrscheinlich, daß bei den Chrysophyceen geschlechtliche Fortpflanzung vorhanden ist, besonders bei jenen, die auch in ihren vegetativen Ausbildungen sehr weit vorgeschritten sind, es ist aber noch keine einwandfreie Beobachtung darüber gemacht worden.

Ferner neigen alle Chrysophyceen in besonders hohem Grade zur Vergallertung ihrer Membranen und es können alle sehr leicht vorübergehend in Palmella- oder Gloeocystisstadien übergehen. Auf einzelne Folgen, die sich daraus ergeben, wird in einer anderen Studie eingegangen werden.

An der Ausbildung solcher cellulärer Formen sind nicht alle Flagellatenformen der Chrysomonaden gleichmäßig beteiligt. Wir kennen derzeit dreierlei verschiedene Chrysomonadenformen, die sich hauptsächlich durch ihre Begeißelung unterscheiden. Von diesen scheinen es nur die mit einer apikalen Geißel und die mit zwei ungleichen vorderen Geißeln, die manchmal schief inserieren, also der *Chromulina*- und der *Ochromonas*-Typ zu unbeweglichen cellulären Algen gebracht zu haben, wenigstens sind bei den genannten drei Ordnungen, den Chrysocapsalen, den Chrysosphaeralen wie auch den Chrysotrichalen nur diese beiden Typen als Schwärmer vertreten. Der Typ mit zwei gleichlangen, apikalen Geißeln findet sich bei den bis jetzt untersuchten cellulären Chrysophyceen nicht.

Es wurden hier nur die Ausbildungen der Chrysomonaden berührt, die zu holophytischen — Algenorganisationen — führen. Es konnte in verschiedenen Arbeiten gezeigt werden, daß auch bei den Chrysomonaden ähnlich wie bei allen anderen Flagellatenreihen, auch eine Entwicklungsrichtung vorhanden ist, die zur Ausbildung animalisch lebender Organisationen führt, die immer mehr das Leben in der rhizopodialen Form betonen bis schließlich Formen — ohne Chromatophoren — farblose Amöben das Endglied dieser Entwicklung darstellen. Diese animalische Reihe der Chrysomonaden sind die Rhizochrysidales, die den Rhizochloridinae unter den Heterokonten, den Rhizodinales unter den Dinoflagellaten parallel ist.

In dieser Veröffentlichung werden nur die einzelnen Organisationen der holophytischen Entwicklungsreihe der Chrysomonaden behandelt, die eigentlichen Algen der Chrysophyceen. Dagegen werden nicht behandelt die Flagellatenreihe der Chrysophyceen und die gerade erwähnte Reihe der Rhizochrysidales. Für diese beiden Reihen liegen bereits die Bearbeitungen in der Süßwasserflora Deutschlands usw. vor, die durch eine Reihe späterer Arbeiten ergänzt wurden. Auf diese sei hier verwiesen.

Chrysotrichales.

Fadenförmige, verzweigte oder unverzweigte Chrysophyceen.

Von Chrysotrichalen kennen wir derzeit vier sichere Gattungen: *Nematochrysis*, *Phaeothamnion*, *Thallochrysis* und *Phaeodermatium*. Diese kommen mit Ausnahme von *Nematochrysis* im Süßwasser vor. Unsicher sind in ihrer Morphologie, da noch zu wenig bekannt, *Apistonema* und *Chrysoclonium*, die im Süßwasser leben und die bereits seit längerem bekannten braunen Algen des Meeres *Gloeothamnium* und *Pulvinaria*.

So erscheint die Ordnung nicht sehr reich gegliedert und gewiß gibt es besonders im Meere noch andere Fadenalgen, die hierher gehören. Aus der Deutung heraus, es handle sich bei ihnen um Hemmungsbildungen oder Vorkeimstadien von Phaeophyceen, werden sie übergangen. Sichersten Entscheid geben immer die Schwärmer und auch die Cysten.

Auch bei den fadenförmigen Chrysophyceen lassen sich die gleichen Entwicklungstypen erkennen wie bei den Ulotrichalen unter den Chrysophyceen: einfach festsitzende und aufrechte Fäden; oder verzweigte und aufrechte, oder verzweigte und kriechende Fäden, die dabei manchmal parenchymatisch zu Sohlen zusammenschließen und

schließlich in ihrer extremsten Form krustenförmig gestaltet sind und auch zentral mehrschichtig werden können.

Reduzierte Fäden bildet *Apistonema* aus, das auch in nur ein- oder sehr wenig zelligen Ausbildungen auftreten kann.

Bei den Schwärmern finden wir ebenfalls nur den *Chromulina* und den *Ochromonas*-Typ.

In ihrer Biologie sind sie nicht übereinstimmend. *Phaeothamnion* ist in einigen Formen ausgesprochen oligotherm, *Nematochrysis* und *Thallochrysis* sind nicht oligotherm, ersteres marin, letzteres im Brackwasser. *Phaeodermatium* lebt in kalten schnellfließenden Bächen (vorherrschend des Kalkgebirges) und ist hier fast während der ganzen Vegetationsperiode zu finden, während *Phaeothamnion* gegen den Sommer verschwinden kann.

Die Chrysotrichales lassen sich leicht in drei Familien zerlegen:

Nematochrysidaceae unverzweigte, ursprünglich festsitzende Formen (*Nematochrysis*).

Phaeothamnionaceae verzweigte Formen, aufrecht oder kriechend, ohne parenchymatische Scheiben. (*Phaeothamnion*, *Chryscolonium*, *Gloeothamnium*).

Thallochrysidaceae verzweigte, parenchymatisch zusammenfließende Chrysotrichalen (*Thallochrysis*, *Phaeodermatium*).

Phaeothamnion v. Lagerheim
(Fig. D—P, Taf. XV, 4, 5).

Diese Chrysotrichale ist am längsten bekannt. Sie wurde 1884 von Lagerheim beschrieben, 1892 von Borzi in einer vielleicht nicht ganz identischen Form genauer untersucht. Allerdings hat Borzi sich von der Meinung leiten lassen es handele sich dabei um eine Phaeophycee und einzelne seiner irrtümlichen Deutungen sind nur durch diese Annahme verständlich zu machen.

Phaeothamnion ist eine kleine auf Algen und anderem Substrate festsitzende Alge, die mit einer meist mehr als halbkugeligen Basalzelle festsizt. Diese Basalzelle hat meist nur mehr undeutliche Reste des Zellinhaltes. Ihre basale Membran ist verdickt, oft geschichtet, und meist plattenartig verbreitert (Fig. D, E, G, L). An jungen Exemplaren ist der Zellinhalt meist noch ziemlich deutlich.

Die anderen Zellen der Alge sind cylindrisch bis keulenförmig, oft etwas unregelmäßig und meist nach oben etwas verbreitert und 2—3 mal so lang als breit. Sie haben feste, manchmal deutlich

geschichtete Membranen, die Querwände der Zellen sind oft dicker als die Längswände und zeigen meist deutlicher die Schichtung als die Längswände, aus einem Grunde, der später angeführt wird. Die

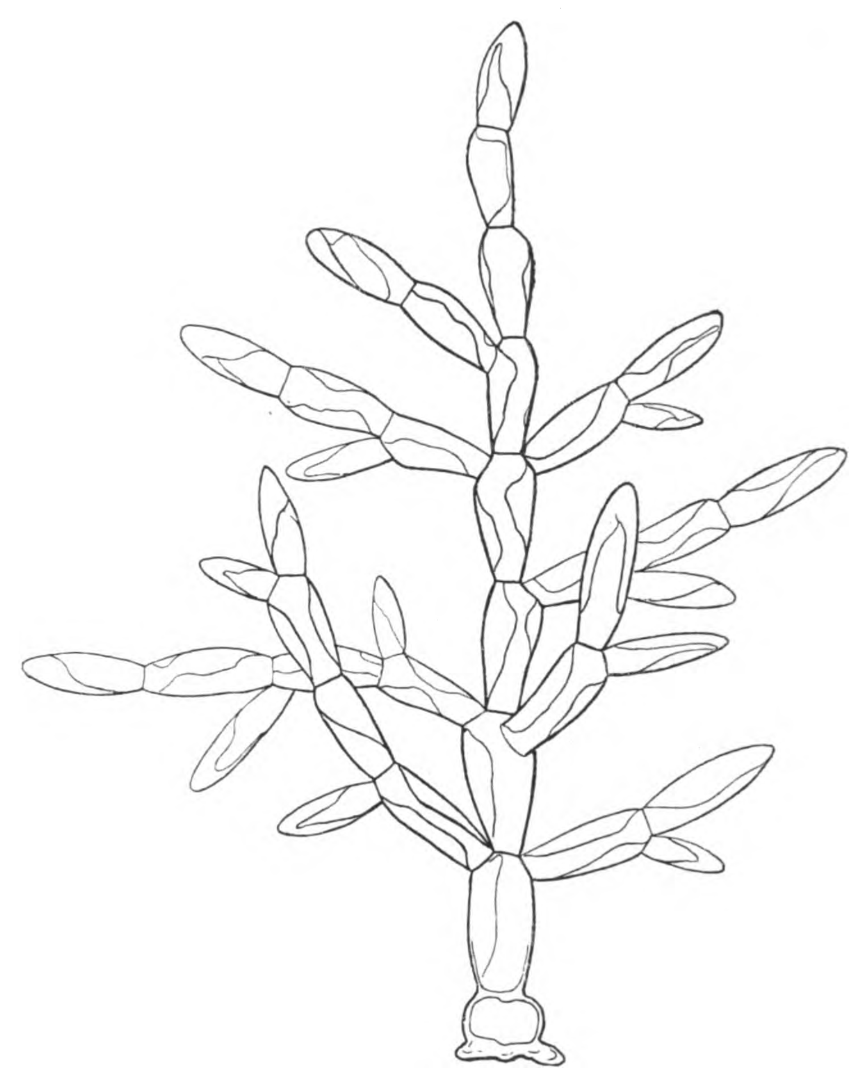


Fig. D. *Phaeothamnion confervicola.*
Habitusbild eines reich entwickelten Individuums.

Membran neigt sehr zur Vergallertung und es ist nicht immer leicht Exemplare mit normalen Membranen zu sehen. In den Zellen ist bei den beiden von Lagerheim wie Borzi untersuchten Arten (Fig. K) ein

großer wandständiger Chromatophor, der die Längswand großenteils auskleidet. Seltener sind zwei Chromatophoren in einer Zelle, ohne daß diese Zelle zur Teilung sich anschickt. Ferner ist ganz klares Plasma da, zahlreiche lichtbrechende Körperchen, Öl und Fetttropfen und Leukosinballen. Eine dritte Art (Fig. L), die auch von Geitler um Wien gefunden wurde, hat aber nicht einen, sondern mehrere scheibchenförmige Chromatophoren, ist sonst aber in bezug auf den Aufbau des Fadensystems wie auch der Einzelzellen mit den beiden anderen übereinstimmend.

Teilungsfähig sind für gewöhnlich alle Zellen, doch stellen diese Basalzellen wie auch die Zellen des durchgehenden und basal meist deutlichen Hauptstammes bald die Teilungen ein und die Auszweigungen

Fig. E. *Phaeothamnion confervicola.* Häufige unregelmäßigere Wachstumsweise.

und das weitere Wachstum des Organismus wird von den höhergelegenen Zellen übernommen. Bei der Teilung teilt sich der Protoplast nicht ausgesprochen quer durch, doch kommen so schräge Protoplastenteilungen wie bei *Nematochrysis* hier nicht vor. Die seitliche Verzweigung kommt dadurch zustande, daß bei der Proto-

plastenteilung die Längswand einer Zelle knapp unter der Ansatzstelle, der darüber befindlichen Zelle seitlich auswächst und der eine Protoplast sich dann in den sich inzwischen vergrößernden Auswuchs begibt, bis schließlich dieser Auswuchs durch eine etwas schräge Wand von der Achsenzelle abgegliedert wird. In gleicher Weise können auch diese Seitenäste erster Ordnung, die sich durch Teilung verlängern, Seitenäste zweiter Ordnung, seltener auch dritter Ordnung bilden. Meist bildet eine Achsenzelle nur einen solchen Seitenzweig, doch kommen manchmal auch zwei Seitenzweige auf eine Achsenzelle. Bei jeder Teilung behäuten sich die Teilprotoplasten innerhalb der Mutterzelle, so daß manchmal deutliche Schichtungen speziell an den Querwänden zu sehen sind, weil ja hier die Wandteile mehrerer Zellen nebeneinander zu liegen kommen. Vielfach, speziell an den unteren Zellen, sind daher die Querwände deutlich dicker als die Längswände.

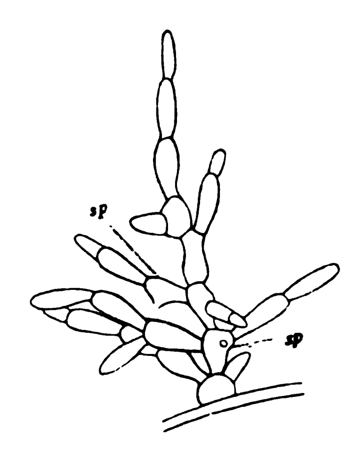


Fig. F.
Phaeothamnion confervicola.
Reich verzweigtes Exemplar.
(Nach Lagerheim.)

Die Endzellen sind oft etwas gestreckt, auch manchmal keulig, seltener spitz. Die Zellen sind bei allen drei Arten ungefähr 6—9 μ dick und bis 20 oder 30 μ lang. Der ganze Organismus kann bis $^1/_4$ mm lang werden.

In den Zellen entstehen mit oder ohne Protoplastenteilung Schwärmer. Meist werden nur ein oder zwei Schwärmer in einer Zelle gebildet; nur selten treten in einer Zelle 4—8 Schwärmer auf.

Fig. G. *Phaeothamnion Borzianum.* Basale Partie.

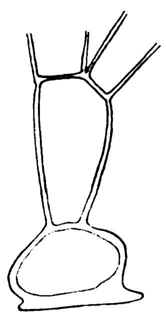


Fig. G.

Sie wurden bis jetzt nur bei den Arten beobachtet, die nur einen Chromatophoren haben. Die Schwärmer treten seitlich aus einem Loche der Längswände, das meist mehr über der Mitte gebildet wird, aus. Oft erfolgt gleichzeitig eine Verschleimung der Membran. Sie treten mit dem Hinterende voran aus; hierin liegt eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit den Heterokonten. Oft treten die oder der Schwärmer innerhalb einer Blase aus, oft auch ohne solche. In

diesen Fällen wird diese Blase wahrscheinlich schon innerhalb der Mutterzelle aufgelöst oder zerrissen. Über die Schwärmerform liegen bereits Angaben von Lagerheim und Borzi vor. Ersterer gibt kugelige Schwärmer mit gleichlangen Geißeln an, die kein Stigma haben, letzterer aber Schwärmer mit einem Stigma und zwei ungleichen Geißeln, die vorn etwas seitlich ansitzen und deren Längenunterschied nicht bedeutend ist. Es sei gleich bemerkt, daß allem Anscheine nach beiden Autoren nicht die gleiche Art vorgelegen ist und daß der Unterschied in bezug auf den Besitz des Stigma zurecht bestehen kann. Ich glaube aber, daß beide Autoren die Geißellängen nicht richtig erkannten. Es sind nämlich zwar zwei ungleiche Geißeln vorhanden, deren Längenunterschied aber sehr bedeutend ist, die kürzere Nebengeißel hat an Länge nur ein Drittel der Längengeißel, während Borzi angibt, daß die längere die kürzere nur um ein Drittel bis ein Fünftel überrage. Die Form der Schwärmer, soweit sie nicht durch die Metabolie verändert ist, ist etwas eiförmig. Der Chromatophor ist wandständig, mehr oder weniger muldenförmig zusammengebogen und ungleich weit nach vorn gehend. Am Rande, doch nicht an der Geißelbasis liegt das fleckförmige Stigma, vorn ferner zwei kontraktile Vakuolen. Oft ein kleines Leukosinbällchen. Sie messen bis 12 μ in die Länge.

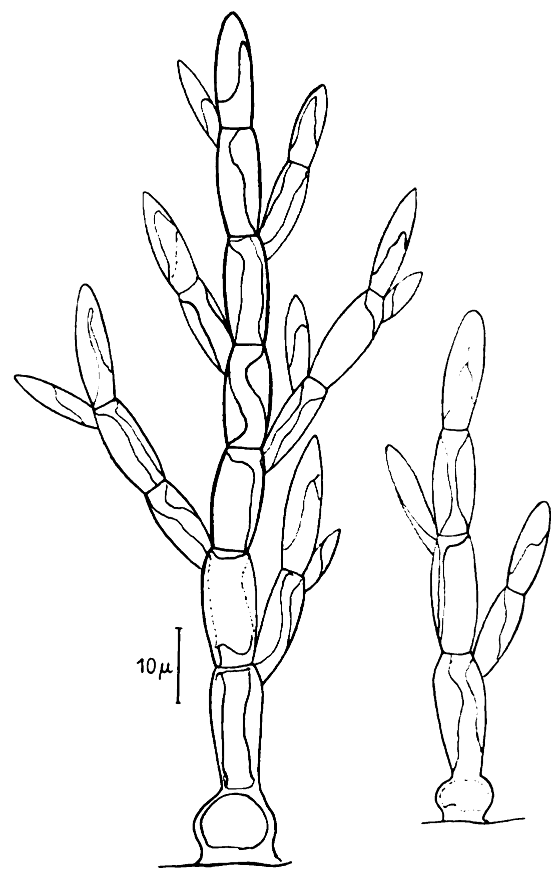


Fig. H, J. *Phaeothamnion Borzianum.* Zwei Habitusbilder.

Ihr weiteres Verhalten ist nicht ganz gleich. Fassen wir die direkte Bildung neuer Pflänzchen als normale Entwicklung auf, so erfolgt diese normale Entwicklung in der Weise, daß sie nach relativ kurzer Schwärmzeit unter lebhaften Formveränderungen zur Ruhe kommen und sich festsetzen ohne daß es möglich ist bei den lebhaften Formveränderungen zu sagen, ob sie sich mit dem Vorderende festsetzen.

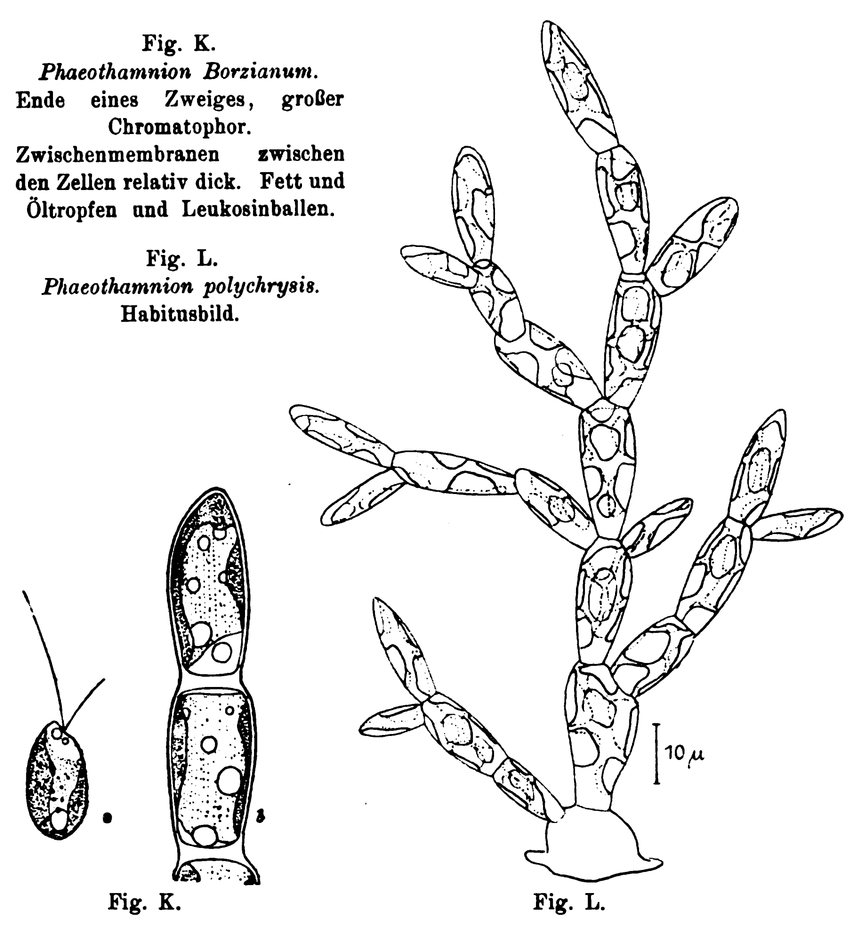


Fig. K.
Phaeothamnion Borzianum.
Ende eines Zweiges, großer Chromatophor.
Zwischenmembranen zwischen den Zellen relativ dick. Fett und Öltropfen und Leukosinballen.

Fig. L.
Phaeothamnion polychrysis.
Habitusbild.

Fig. K. Fig. L.

Bald gehen die Geißeln verloren, wie mir scheint durch Einschmelzen, wenn nicht diese Form des Geißelverlustes durch die Beobachtung und ihre für den Organismus ungünstige Begleitumstände verursacht ist. Die Zelle wird bald kugelförmig, der Chromatophor wandert an das obere Ende, Stigma und Vakuolen sind noch lange festzustellen, bald erfolgt die Bildung der Membran von allem Anfange an der dem Substrate angepreßten Seite in viel stärkerem Maße als sonst. Oft

erscheint der Keimling noch nackt und hat bereits an der Basis ein dickes Membrankissen ausgebildet. Nach einiger Zeit wird die Teilung eingeleitet, der Chromatophor hat sich geteilt, manchmal auch noch das Stigma; nicht aber erfahren mehr, falls sie noch vorhanden, sind die kontraktilen Vakuolen, die ja sehr lange erhalten bleiben, eine Verdoppelung. Während der Teilung des Protoplasten wird, falls es nicht schon früher geschehen ist, die Membran definitiv ausgebildet und bei der Durchteilung des Protoplasten sind die Vakuolen immer verschwunden. Jetzt verschwindet auch das Stigma. Die Teilung erfolgt nicht ganz parallel zur Basis; die beiden Protoplasten liegen dann übereinander und behäuten sich ohne besondere Formveränderung des Keimlings oder aber der Keimling treibt bereits während der Protoplastenteilung, wie es auch schon Lagerheim beschreibt, eine Auswölbung an der Spitze, in die der eine Teilprotoplast sich hereinschiebt, worauf im einen wie im anderen Falle die beiden Protoplasten sich völlig behäuten und dann den zweizelligen Keimling bilden. Die Basalzelle bleibt eine Zeitlang lebensfähig, bildet oft noch ein oder zwei seitlich auswachsende Tochterzellen, die schließlich zu kurzen Seitenästen werden können; das ist aber nicht bei allen Arten gleich. Mit der Zeit wird die Basalzelle [1]) assimilationsunfähig, der Protoplast degeneriert sichtlich, der Chromatophor zerbröckelt, gleichzeitig verdickt sich die Membran der Basalzelle bedeutend, sie bekommt ihre definitive Form.

Im Schwärmer finden sich manchmal sehr deutliche, stark lichtbrechende Körperchen. Diese werden bei der Keimung aufgebraucht und geben vielleicht das Material für die erste basale Wandbildung ab, weil sie unter lebhaften Strömungen gegen diese basale Partie befördert werden und gleichzeitig allmählich verschwinden.

Die Basalzelle zeigt im Gegensatze zu allen anderen Zellen keine nachträgliche Streckung, sie vergrößert sich zwar manchmal sehr bedeutend, bleibt aber immer mehr oder minder kugelig.

Nicht immer erfolgt die Keimung in der Weise. Oft kommen die Schwärmer nach einiger Zeit zur Ruhe, werden kugelig, setzen sich aber nicht fest, sondern bleiben lose und umgeben sich mit

[1]) Ob Basalzellen jemals am lebenden Faden tot werden, erscheint mir fraglich. Ich sah bei einer Chlorophycee an ganz farblosen Basalzellen, mit ungemein vermindertem Lumen, anscheinend „zerfallenem" Protoplasmainhalt, Wandverdickungen nachträglich gebildet, was jedenfalls für ziemlich intensive Lebensvorgänge spricht, wenn sie auch vielleicht weder quantitativ noch qualitativ der einen grünen Zelle zu entsprechen brauchen.

einer deutlichen Gallerthülle. Die Geißeln gehen zwar verloren, aber Stigma und Vakuolen bleiben lange erhalten. In diesem Zustande erfolgt Teilung und es werden immer wieder Tochterzellen gebildet mit Vakuolen und Stigma, die ihre eigenen, oft wenig deutlichen Gallerthüllen haben, bis schließlich ein regelmäßiges Palmella oder etwas *Gloeocystis*-artiges Lager entsteht. Zwischenformen zwischen der normalen Fadenbildung und der Bildung von Palmellen sind nicht selten. Oft setzt sich, was auch Borzi angibt, der Schwärmer zwar fest und bildet einen kugeligen einzelligen Keimling, aber

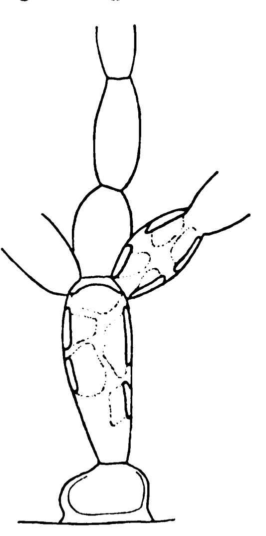


Fig. M.

Fig. M. *Phaeothamnion polychrysis.* Unterer Teil einer Pflanze. (Nach einer Skizze von Geitler.)

die folgenden Teilungen ergeben nicht das normale celluläre Bäumchen, sondern die reihenförmig übereinander stehenden Zellen behalten den Palmellacharakter, bleiben kugelig, umgeben sich mit Gallerthüllen und so entsteht dann eine Reihe rosenkranzartig hintereinanderliegender palmelloider Zellen mit Vakuolen und Stigma, die mit der normalen Ausbildung nur mehr die Fadenform gemeinsam haben. In diesen Fällen bildet sich auch die Basalzelle nicht besonders aus, sondern bleibt ebenfalls lebensfähig und unterscheidet sich in nichts von den höher gelegenen Zellen. Das bildet bereits Borzi auf seiner Tafel XVII Fig. 3 ab.

Dieses Palmelloid-werden kann aber auch später einsetzen, bei mehrzelligen cellulären Keimlingen und schließlich ganz ausgewachsene Individuen betreffen. Das ganze Fadensystem kann durch Vergallertung der Membranen palmelloid werden, es entstehen dann Palmellen mit dichteren, oder weicheren und weiteren Gallerthüllen, die anfänglich noch gut die ursprüngliche Anordnung der Zellen erkennen lassen, später aber ganz unregelmäßig werden. Bleiben die Gallerthüllen dichter, so erfolgt keine weitere Teilung der einzelnen Zellen, sonst setzen aber solche Teilungen ein und die Palmellastadien vergrößern sich dann nachträglich bedeutend (Fig. N, O, P).

Das weitere Verhalten kann sehr verschieden sein. Oft treten die Protoplasten als Schwärmer aus und bilden entweder neue Palmellen oder neue celluläre Pflänzchen.

Oder aber es werden in diesen auf diese oder jene Weise entstandenen Palmellen die Sporen gebildet (Taf. I, Fig. 2). Diese Sporen werden bereits von Borzi beschrieben und gezeichnet, wenn er auch nicht alle Dinge deuten konnte. Es sind typische Chrysomonaden-Sporen, kugelig, mit einer festen verkieselten Membran, vorne einem Porus und einem von innen hereingefügten Stopfen. Mit der Ausbildung dieser Sporen schwinden Stigma und Vakuolen. Bei der Keimung tritt der Inhalt entweder ohne Teilung als ein, oder mit Teilung als zwei oder vier Schwärmer aus. Diese Schwärmer unterscheiden sich in nichts von den aus den Palmellen oder den Zellen der Fäden gebildeten Schwärmen; ihr Verhalten ist auch genau das gleiche und genau so wechselnd.

Hier macht Borzi ganz andere Angaben. Er läßt aus den Sporen anders gestaltete Schwärmer als aus den vegetativen Zellen hervorgehen, die mehr spitz und auch in den Geißelverhältnissen abweichend sein sollen. Diese Schwärmer läßt er kopulieren. Diese zunächst beweglichen Zygoten — die er ebenfalls, obwohl jetzt vier Geißeln vorhanden sein müßten, nur zweigeißelig abbildet, sollen sich dann festsetzen und dann einen Keimling bilden, der zunächst noch deutlich die beiden Augenflecke haben soll.

Ich vermag diese Angaben Borzi's nicht zu verstehen und auch Oltmanns steht ihnen skeptisch gegenüber. Die mit zwei Augenflecken versehenen einzelligen Keimlingen finden leicht ihre Erklärung dadurch, daß es sich um normale aus einem Schwärmer hervorgegangene Keimlinge handelt, bei denen die Protoplasten-Teilung noch nicht erfolgt ist, bei der, wie ich oben erwähnte, auch noch manchmal nicht nur der Chromatophor, sondern auch das lange erhalten bleibende Stigma mitgeteilt wird. Es können so tatsächlich einzellige Keimlinge mit zwei Stigmen entstehen, die allerdings sehr bald verschwinden und niemals mehr beim zweizelligen Keimling zu sehen sind.

Ich vermute, daß sich Borzi, der sehr dazu neigte, für viele von ihm untersuchte Algen geschlechtliche Fortpflanzung anzunehmen, die sich schon in einigen Fällen als sicherer Irrtum erwiesen hat, hier irrte. Vielleicht um so eher irrte, als er durch seine Deutung von *Phaeothamnion* als einer Phaeophycee, hier auch die sexuellen Verhältnisse der Phaeophyceen vor sich zu haben glaubte. Sicher ist, daß eine solche geschlechtliche Fortpflanzung nicht gefunden wurde, daß im Gegensatze zu Borzi die Bildung gestaltlich verschiedener Schwärmer in den Sporen nicht festgestellt

werden konnte und daß die Keimlinge mit zwei Stigmen auch eine andere, asexuelle Genese haben können, als von Borzi angegeben wird.

Die Stellung von *Phaeothamnion* ist jetzt ganz zweifellos, sie ist eine sehr vorgeschrittene Chrysophycee, die unter den Chrysophyceen ungefähr die gleiche Stellung hat wie *Stigeoclonium* unter den Chlorophyceen. Gegen eine Verwandtschaft mit den Phaeophyceen spricht der ganz andere Bau der Schwärmer, die Bildung der Schwärmer aus allen Zellen des Fadens und nicht aus besonders differenzierten Zoosporangien und die Gestalt der Sporen.

Die Form der Schwärmer, die mit der Chrysomonadengattung *Ochromonas* völlig übereinstimmt; die charakteristische Cystenform der Chrysomonaden (Kieselcysten, Porus und Stopfen) vielleicht auch der Besitz von Leukosin, das gleiche glashelle Plasmas läßt *Phaeothamnion* nur bei den Chrysophyceen seinen Platz finden.

Ich habe (Pascher 1914) *Phaeothamnion* unter die Cryptomonaden eingereiht. Ich kannte 1914 *Phaeothamnion* noch nicht und deutete die nicht korrekt gezeichneten Schwärmerbilder bei Borzi mit ihren nur wenig an Länge verschiedenen Geißeln als Cryptomonadenschwärmer, was unrichtig war, aber begreiflich, solange keine genauen Schwärmerbilder vorlagen. Dagegen hat Scherffel bereits vorher auf die Verwandtschaft mit den Chrysomonaden hingewiesen.

Die Autoren einiger Lehr- und Handbücher haben *Phaeothamnion*, obwohl es schon seit 1882 bekannt war, einfach unter den Tisch fallen lassen oder schlankweg als Grünalge erklärt. Das hatte den Vorteil, daß ihr System an Schönheit nichts verlor und sie nichts zu ändern brauchten.

Phaeothamnion ist, soweit bekannt, eine Süßwasseralge. Ich vermute aber verzweigte braune Chrysophyceen auch im Meere. Diese werden ja, wenn die Schwärmer und auch die Cysten nicht bekannt sind, wohl als Ectocarpaceen beschrieben werden.

Die drei bis jetzt bekannten Süßwasserarten verhalten sich biologisch nicht gleich. Die beiden ersten sind allem Anscheine nach oligotherm und eigentliche Frühlingsorganismen, die dritte ist nicht oligotherm.

Sie kommen meist auf *Cladophora* und anderen Fadenalgen in mäßig bewegten oder stillstehenden Wasser vor, nicht aber, soweit ich sah, in Sturzbächen. Die Beobachtung ist deshalb nicht sehr leicht, weil sie empfindlich sind und sehr leicht im Zimmer in Palmellen übergehen. Im fixierten Zustande dürften sie kaum zu erkennen sein, wenn nicht die Basalzellen erhalten bleiben.

Ich vermag die drei Arten nur ganz allgemein zu charakterisieren:

I. Arten mit einem Chromatophoren

A. ***Phaeothamnion confervicola*** v. Lagerheim, Fadensystem mehr sparrig, Basalzelle häufig mit Ästen, Schwärmer ohne Augenfleck (Fig. D, E, F).

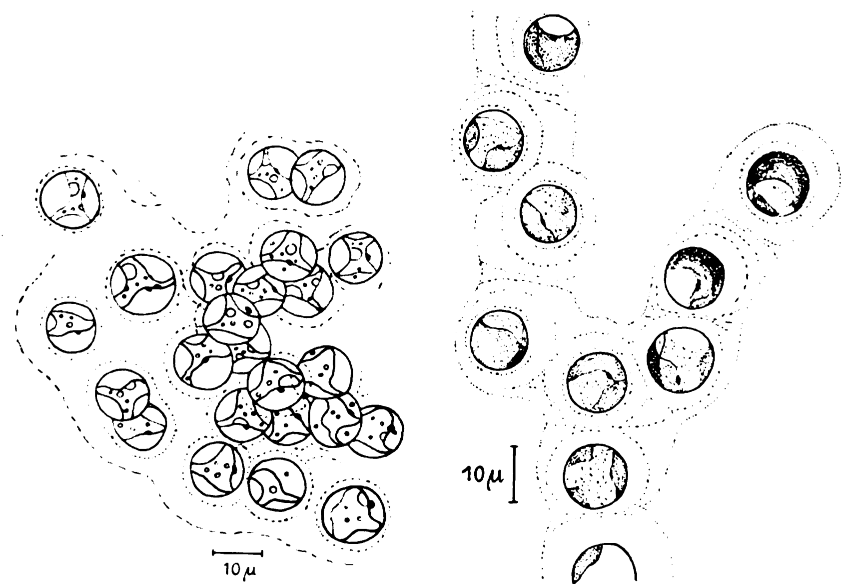


Fig. N. *Phaeothamnion Borzianum.* Unregelmäßiges Palmellalager, entstanden aus Schwärmern, die nicht zu normalen Pflänzchen auskeimten, sondern gallertumhüllte Zellen lieferten, die sich weiter teilten. Stigma deutlich.

Fig. O. *Phaeothamnion Borzianum.* Gallertstadien, hervorgegangen aus den Zellen der verzweigten Fäden. Geschichtete Gallerten daher mehr *Gloeocystis*-artig. Fadencharakter noch erhalten.

B. ***Phaeothamnion Borzianum,*** Pflänzchen nicht sparrig, Äste mehr nach aufwärts gerichtet, Schwärmer mit Stigma (Fig. G, H, J).

II. ***Phaeothamnion polychrysis.*** Zellen mit mehreren scheibenförmigen Chromatophoren, Schwärmer unbekannt (Fig. K, L).

Im Anhange an die *Phaeothamnionaceae* sei eine Alge erwähnt, die sicher ebenfalls eine Chrysotrichale ist, die ich aber zu wenig gesehen habe, um sie mit *Phaeothamnion* zu vereinigen. Ich sah sie

einmal in wenig Exemplaren. GEITLER ging sie, wie ich aus seinen Zeichnungen ersehe, auf Agarplatten auf. Sie ist nicht obligotherm, weicht dadurch wenigstens von der einen Phaeothamnionart ab. Ich

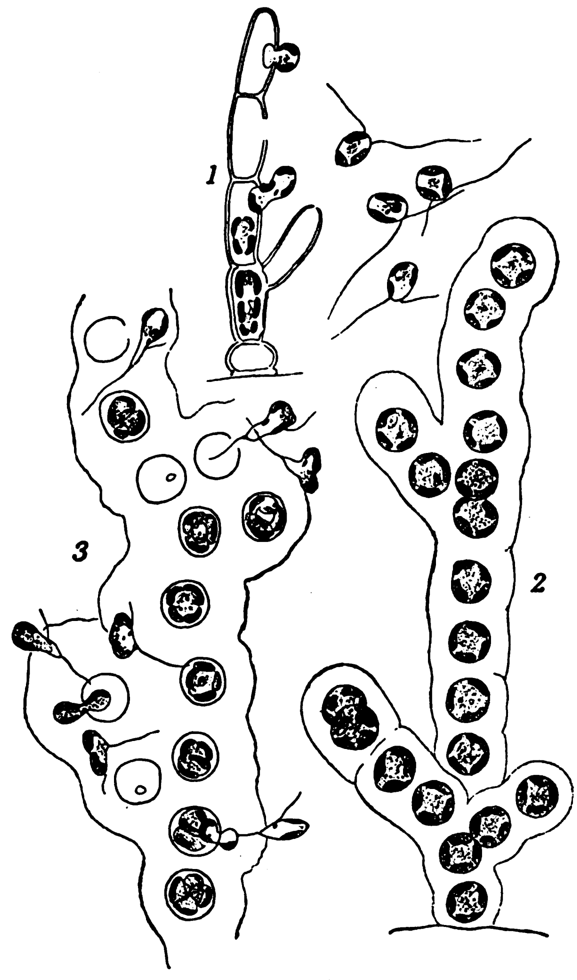


Fig. P. *Phaeothamnion Borzianum*. 1. Junge Pflanze in Schwärmerbildung. Die Geißeln von BORZI in einem anderen Längenverhältnis gezeichnet. 2. Palmelloid gewordenes Pflänzchen. 3. Cysten in den Palmellen. Kugelige Sporen mit Porus. Protoplastenteilungen innerhalb der Sporen durchgeführt. Austritt der Schwärmer. Diese von BORZI anders dargestellt als die aus den Pflänzchen direkt gebildeten. Schärfere Spitze, Geißeln mehr seitlich. Nach BORZI stellen diese Schwärmer Gameten dar, deren Zygoten direkt zu neuen Individuen auswachsen sollen. Wahrscheinlich irrtümliche Deutung, hervorgerufen durch die Auffassung BORZI's, daß *Phaeothamnion* eine Phaeophycee ist. (Nach BORZI aus OLTMANNS.)

fand sie in einem kleinen Tümpel in Gesellschaft von *Tribonema* (Mugrau 1910).

Die Alge besteht aus einem ziemlich reich verzweigten Faden mit kurzen, ziemlich straffen Ästen, die aus gestreckt ellipsoidischen, oft gedrungenen Zellen bestehen (Fig. Q). Die Alge scheint vielleicht nicht aufzusitzen, denn ich fand sie immer isoliert und basal mit einer mehr kugeligen, oft fast querellipsoidischen Zelle abschließen, die aber nach keiner Hinsicht den Eindruck einer festsitzenden Basalzelle machte. Die oberen Zellen waren natürlich schlanker, bis $1^1/_2$ mal so lang als breit, die Endzellen waren noch schlanker und länger. Das ganze sah einer gestreckten, verzweigten Hefekolonie nicht unähnlich.

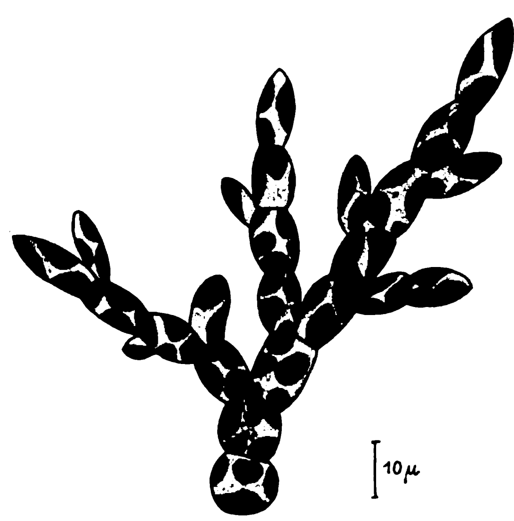


Fig. Q. *Chrysoclonium ramosum*. Zweigstück. (Nach einer Skizze von Geitler.)

Die Membran ist relativ zart. Im Protoplasten sind mehrere, bis 8, Chromatophoren, die wandständig, sich besonders in jüngeren Zellen fast polygonal begrenzen. Leukosinballen, Fett und Öl wie sonst bei Chrysotrichalen. Auffallend häufig sind manchmal kleine rot gefärbte Öltröpfchen.

Die Teilung der Protoplasten erfolgt auch hier nicht ganz quer, sondern mehr schief und auch hier scheint die definitive Lage der Protoplasten nach der Teilung „übereinander“ erst sekundär durch Schiebungen und Drehungen der Protoplasten erreicht zu werden.

Leider sah ich niemals gesichert den Austritt von Schwärmern. Wohl waren an manchen durchgeteilten Protoplasten Stigmen zu bemerken, es erfolgt also Schwärmerbildung. Die Schwärmer, die vielleicht dazu gehören, hatten eine Geißel(*Chromulina*-)typ. Sollte sich diese Zugehörigkeit als sicher herausstellen, weicht diese Alge darin sehr von *Phaeothamnion* ab.

Mehr ergaben die Beobachtungen nicht, wenn mir auch natürlich die Existenz von Palmellen, Sporen als fast sicher erschien.

Ich glaube nicht, daß diese Alge zu *Phaeothamnion* gehört, obwohl sie *Phaeothamnion polychrysis* die ebenfalls zahlreiche Chromatophoren und nicht nur einen oder zwei hat, durch die Chromatophorenzahl ähnlich ist. Die Alge scheint verbreitet zu sein.

Ich nannte sie in meinen Notizen ***Chrysoclonium*** mit der Art ***Ch. ramosum*** (Fig. Q).

Nematochrysis

(Fig. R, S, T, Taf. 15, 2, 3).

Diese Alge ist bis zu einem gewissen Grade ein unverzweigtes *Phaeothamnion*, mit dem sie vielfach weitgehende Übereinstimmungen zeigt. Es sind unverzweigte einfache Zellfäden, die festsitzen. Auch hier ist es eine eigene Basalzelle, die in ihrer Form von den vegetativen verschieden ist, bald ihr Wachstum einstellt, das Teilungsvermögen verliert und deren Zellinhalt degeneriert. Im Gegensatz zu den anderen Zellen ist sie breit kegelförmig bis leicht halbkugelig, ihre Wände sind sehr dick, der basale Teil, aber auch die Seitenwände geschichtet. Manchmal ist ihr Lumen sehr klein. Die anderen vegetativen Zellen sind untereinander gleichartig — ich sah niemals bei einem Faden eine natürliche obere Endzelle —, ausgesprochen cylindrisch mit ganz leichten Einziehungen an den Querwänden oder mehr tonnenförmig angeschwollen. Erstere Form kam nur selten unter; das mag damit zusammenhängen, daß die wenigen beobachteten Fäden großenteils in palmelloider Umbildung begriffen waren. Jede Zelle hatte zwei große seiten- und wandständige, am Rande manchmal leicht gelappte Chromatophoren ohne pyrenoidartige Verdichtungen, ferner glasklares Plasma, Leukosinballen und Öl- und Fetttröpfchen. Die cylindrische Form der Fadenzellen wurde aber häufig abgelöst durch eine bauchig tonnenförmige, in denen die Protoplasten deutlich beginnende Abrundung zeigten. Die Membranen dieser Fäden waren leicht verquollen. Diese Stadien führten in allen Übergängen zu richtigen Palmellen über und *Nematochrysis* scheint ebensosehr zur Palmellabildung zu neigen wie *Phaeothamnion* und die anderen Chrysotrichalen. Meist zeigten diese Palmellen, deren Zellen völlig kugelig geworden waren, noch die reihige Anordnung der Einzelzellen; dadurch, daß aber die kugelig gewordenen Zellen des zur Palmella gewordenen Fadens sich weiterteilten, kam es schließlich zur Bildung unregelmäßiger Lager, an denen auch gelegentlich zarte, aber verschwindende Schichtung, speziell nach den Teilungen zu bemerken waren. Die Protoplasten dieser Palmella-

zellen entwickelten dabei auch Stigmen, waren sichtlich also auch zur Schwärmerbildung neigend.

In diesen Palmellen kamen auch Cysten vor, ganz wie bei *Phaeothamnion* kugelige, relativ dünnwandige Cysten mit Porus und relativ kleinem Stopfen. Das weitere Schicksal der Sporen konnte nicht beobachtet werden, wahrscheinlich erfolgte mit oder ohne vorhergegangene Teilung des Protoplasten die Bildung von Schwärmern.

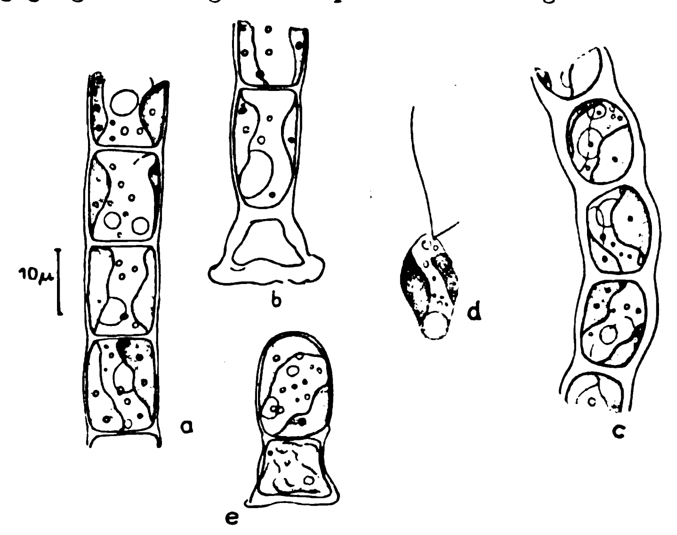


Fig. R. *Nematochrysis sessilis.* a) Kurzes normales Fadenstück (etwas zu straff gezeichnet). b) Basales Stück eines Fadens mit der Basalzelle. c) Gallertige Auflockerung des Fadens mit beginnender Abrundung der Zellen. d) Schwärmer. e) Junger zweizelliger Keimling. Untere Zelle, die zur Basalzelle differenziert wird, bereits mit degenerierendem Protoplasten.

Sie kamen aber ebensowenig, wie die aus den Palmellen gebildeten zur Beobachtung und die Kenntnis der beweglichen Stadien bezieht sich nur auf die Schwärmer, die aus den Zellfäden hervorgingen.

Meist wandelte sich in einer Zelle, ohne vorhergehende Teilung der Protoplast direkt in einen Schwärmer um, an dem frühzeitig schon das Stigma zu beobachten war. Kontraktile Vakuolen waren nicht vorhanden. Es entspricht dies der Tatsache, daß *Nematochrysis* marin ist und bei marinen Flagellaten und Schwärmstadien die kontraktilen Vakuolen meist fehlen.

Die Schwärmer traten durch ein nicht präformiertes Loch mit dem Hinterende voran aus, waren etwas schief, gegen die Basis etwas verschmälert, sehr formveränderlich, auch vorn etwas schief

und auch ausgerandet und hatten zwei sehr ungleiche Geißeln, an einem Chromatophoren über der Mitte das Stigma, gehörten also dem *Ochromonas*-Typus an und stimmten daher im Prinzip ganz mit denen von *Phaeothamnion* überein. Sie waren sehr formveränderlich, besonders das Hinterende war oft lange ausgezogen worden. Ihre Schwärmzeit währte nicht lange.

Die weitere Entwicklung erfolgt in fast völliger Übereinstimmung mit *Phaeothamnion*. Es wird zunächst eine fast kugelige Zelle gebildet, deren basale Membran sich sehr bald verdickt. Eine Zeitlang bleibt noch das Stigma erhalten. Die erste Protoplasten-Teilung erfolgt schief. Die Teilprotoplasten, die keine Vakuolen und Stigmen mehr haben, kommen übereinander zu liegen und behäuten sich unter

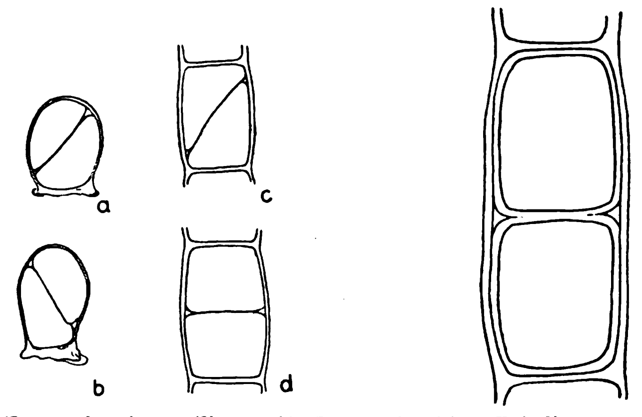


Fig. S. *Nematochrysis sessilis*. a, b) Junge einzellige Keimlinge. Protoplasten bereits geteilt und bei a noch schief aufrecht nebeneinander; bei b Keimling schon in Streckung; c) eine Fadenzelle in Teilung. Beide Teilprotoplasten noch schief aufrecht nebeneinander. Bei d bereits übereinander.

Fig. T. Schema des Membranbaues von *Nematochrysis*. Jede Zelle mit eigener Membran umgeben, die nach jeder Teilung für jeden Tochterprotoplasten neugebildet wird. Die beiden Tochterzellen umgeben von der gedehnten Membran der Mutterzelle.

ausgiebiger Streckung der oberen Zelle. Dabei erfolgte das Wachstum der oberen der beiden Zellen oft so rasch, daß die ursprünglich gemeinsame Mutterzellhaut nicht folgen kann, sondern manchmal reißt. Die untere Zelle, die immer mehr zur beschriebenen Basalzelle wird, teilt sich nicht weiter, die obere (resp. ihre Tochterzelle) besorgt die Bildung des weiteren Fadens. Die Teilungen der Protoplasten der Zellen des Fadens erfolgen schief; immer kommen die Protoplasten erst sekundär in Übereinanderlage. Immer behäuten sich die Teilprotoplasten von neuem und die Schichten, die durch

die aufeinander folgenden Teilungen gebildet werden, sind zum Teil zu erkennen.

Die Fäden waren um 10 μ dick, die ausgewachsenen Zellen bis 15 μ lang. In der ersten kurzen Mitteilung waren die Maße durch einen Rechenfehler um 10 μ zu groß angegeben.

Nematochrysis steht *Phaeothamnion* nahe, sowohl durch die Ausbildung einer Basalzelle wie auch durch die gleiche *Ochromonas*-Form der Schwärmer.

Nematochrysis entspricht unter den Chlorophyceen annähernd *Ulothrix*, unter den Heterokonten *Tribonema*.

Die Alge wurde von mir zuerst unter dem Namen *Chrysothrix* beschrieben. De Toni machte mich aufmerksam, daß es bereits eine Flechte gleichen Namens gäbe, so benannte ich sie um.

Eine Art:

Nematochrysis sessilis (*Chrysothrix sessilis*). Aus einem Bassin mit Triestiner Meerwasser. Leider konnte die Alge, da sichtlich in palmelloider Auflösung begriffen, nur unvollständig studiert werden.

Möglicherweise gehört in die Nähe von *Phaeothamnion* resp. unter die Phaeothamnionaceae eine marine Alge:

Gloeothamnion Cienkowski

Marin. Kriechende, *Chroolepus*-artige Fäden mit kurzen unregelmäßigen Seitenzweigen, die auf anderen Meeresalgen leben und hier kleine Lager bilden. Diese Fäden werden stellenweise palmelloid und bilden dann zusammengesetzte *Gloeocystis*-artige Lager. Darin stimmt *Gloeothamnion* mit allen anderen Chrysophyceen überein. In den Zellen scheint ein Chromatophor vorhanden zu sein und ferner Öle und Fette.

Es scheint die russische Beschreibung, die ich leider nicht im Originale sehen konnte, auf weitere Einzelheiten im Zellbau nicht einzugehen.

Kjellman hat diese Alge in seinen Algae of the Arctic Sea p. 285 unter Fragezeichen als eine Ectocarpacee aufgefaßt und sie in Beziehung zu *Myriotrichia* gebracht. De Toni wieder meinte in einem Brief an mich, daß Cienkowski vielleicht Stadien verschiedener Algen vorgelegen hätten. In dieser Meinung scheinen ihn speziell die *Gloeocystis*-Stadien beeinflußt zu haben. Da aber solche Stadien bei allen Chrysophyceen sehr leicht gebildet werden

können, scheint mir darin gerade eine Bestärkung für die Meinung zu liegen, daß *Gloeothamnion* hieher zu rechnen sei.

Nebenbei gesagt, gibt es im Meere noch viele ähnliche Formen. Sie werden aber leider nicht beachtet, sondern meist als undeutbare Stadien anderer Algen speziell Phaeophyceen gedeutet. Eine genaue systematische Einordnung ist aber natürlich nur nach Kenntnis der Schwärmer und der Cysten möglich.

Thallochrysis Conrad

(Fig. U, V).

Diese Alge wurde von Conrad in einer kurzen Notiz beschrieben. Die Originalabbildungen stellte mir Conrad zur Verfügung, sie sind hier als Textfiguren beigegeben.

Der Organismus lebt im Brackwasser und bildet dort soweit ich der Beschreibung entnehmen kann, kleine Flöckchen, die aus kurzen Fäden oder einschichtigen Zelllagen bestehen, deren Randzellen dann zu kleinen Fäden auswachsen können (Nematoparenchyme)[1]. Die kurzen, wenigzelligen Fäden sind nicht sehr gerade, oft gekrümmt, ihre Endzellen gewöhnlich etwas länger als die Mittelzellen und breit abgerundet.

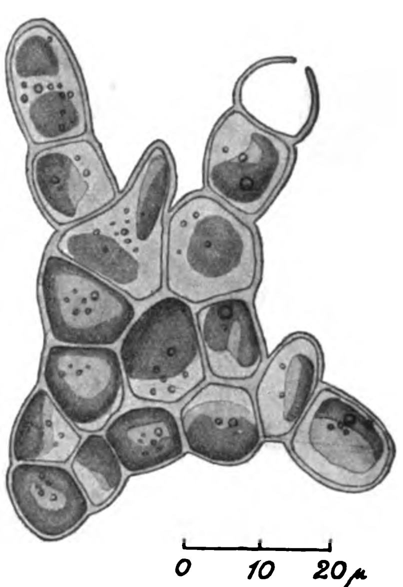


Fig. U. *Thallochrysis Pascheri.* Kleines Lager. Das flächige Parenchym deutlich aus verwachsenen Fäden gebildet (nach Conrad).

Die Verzweigungsverhältnisse scheinen ähnliche zu sein, wie bei *Phaeodermatium.* Einzelne Zellen, die im Begriffe sind, sich zu teilen, wachsen seitlich über die anderen Zellen des Fadens hinaus. Das kann bereits während der Teilung sein, bei bereits verdoppelten

[1]) Es sei hier auf die praktische Terminologie hingewiesen, die Geitler in seiner Bearbeitung der Blaualgen für die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz für solche flächig-parenchymatöse Zellvereinigungen der Algen eingeführt hat: Nematoparenchym, wenn ihre Herkunft aus ursprünglichen Fäden deutlich ist, Blastoparenchym, wenn eine solche Genese nicht erkennbar

Chromatophoren, wie es die eine Figur deutlich zeigt, oder aber bereits nach Durchteilung der Protoplasten. Auch hier behäuten sich allem Anscheine nach die Tochterprotoplasten. Seitlich vorwachsende Tochterzellen bilden dann die Initialzellen für die Seitenzweige des Fadens. Da diese Seitenzweige oft dicht den Hauptfäden anliegen, mit ihnen verwachsen, sich ebenfalls wieder teilen, so entsteht mit der Zeit eine kleine parenchymatische Scheibe, die um so mehr gefördert wird, je mehr die zentral liegenden Zellen sich nicht im Sinne eines Fadens sondern anscheinend unregelmäßig vermehren und auf diese Weise das Lager vergrößern.

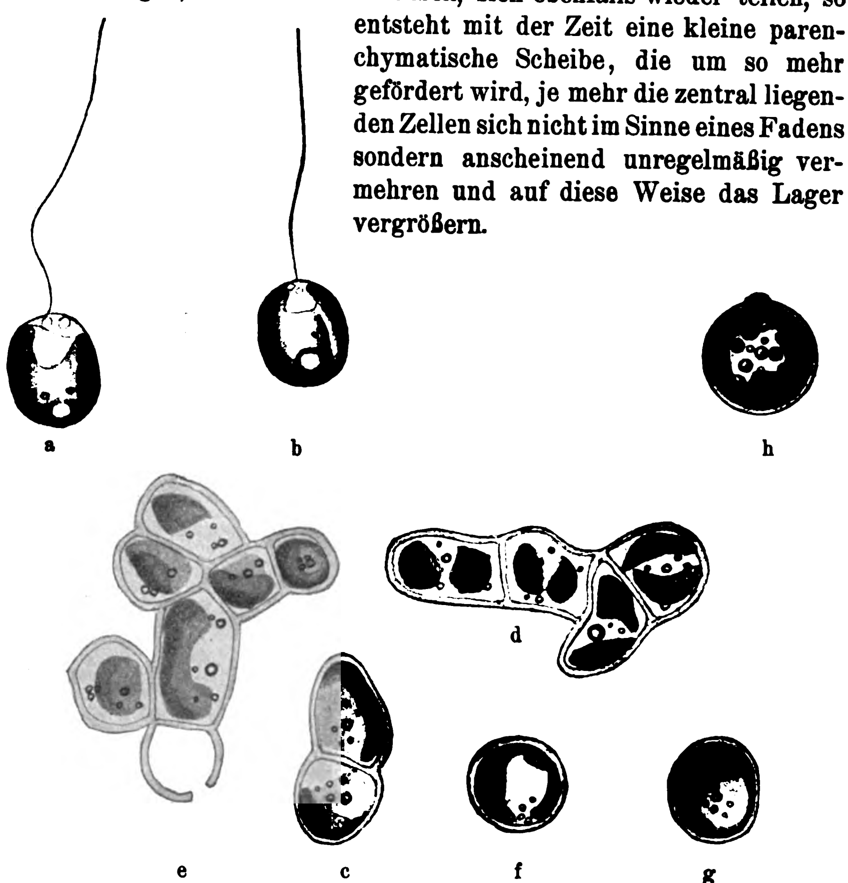


Fig. V. *Thallochrysis Pascheri*. a, b) Schwärmer, c, d) wenigzellige Keimlinge. e) Beginn der Parenchymbildung, f, g) gallertumhüllte kugelige Stadien, h = Cyste (nach Conrad).

---

ist. Diese Bezeichnungen bewähren sich auch bei den anderen Algengruppen. Bei *Thallochrysis* wie auch bei *Phaeodermatium* handelt es sich um ausgesprochene Nematoparenchyme, die allerdings bei der letzteren Alge durch mehrschichtiges Wachstum und Unregelmäßigkeit der Ausbildung, diesen Charakter verlieren. Im Übrigen gehen ältere Nematoparenchyme dadurch, daß der ursprüngliche Zellverlauf unkenntlich wird, bei vielen Algen in Blastoparenchyme über.

Die Membran der Zellen ist dünn, doch fest. Ich vermag den kurzen Angaben CONRAD's nicht zu entnehmen, ob weitgehende Verschleimungen vorkommen. Das klare Plasma enthält einen großen wandständigen und muldenförmigen Chromatophoren ohne Pyrenoid, ihm sind viele Öltröpfchen angelagert, auch Leukosin scheint vorhanden zu sein.

Aus den Zellen können Schwärmer gebildet werden, speziell die Endzellen scheinen dazu zu neigen. Sie kommen aus einem lochförmigen Riß, heraus sind breit ellipsoidisch, beiderseits breit abgerundet, haben einen großen basalen Chromatophoren, der sehr weit nach vorn reicht und am Rande grob gelappt ist, zwei vorn gelegene kontraktile Vakuolen und einen großen elliptischen Augenfleck, basal den üblichen Leukosinballen und Öltröpfchen hat. Die Geißel ist über zweimal körperlang.

Die Schwärmer kommen bald zur Ruhe, bilden eine kugelige festhäutige kleine Zelle, die bald ellipsoidisch wird und in der bald die ersten Teilungen auftreten, wobei die beiden Zellen sich strecken und den Beginn des Fadens bilden, der bald eine kurze Seitenzelle abgliedert, die alle zusammen durch weitere Teilungen schließlich die parenchymatische Scheibe mit ihren ausstrahlenden Randfäden, oder anders gesagt verzweigte Fäden ausbilden, die zentral parenchymatisch verbunden bleiben.

Ich habe im Süßwasser übereinstimmende Formen nicht gesehen und nehme an, daß *Thallochrysis* ausgesprochen brackisch ist. Von Cysten erwähnt CONRAD nichts.[1]) Palmellen wurden nur in Anfangsstadien beobachtet.

Die Alge scheint nicht festsitzend vorzukommen.

Eine einzige Art:

Thallochrysis Pascheri CONRAD.

Zellen 10—8 μ lang, 7—15 μ breit (Fig. U, V).
Belgien: Nieuport: Fossé de Ruppia.

Phaeodermatium HANSGIRG
(Fig. W—H_1, Taf. 15, 1).

Im ausgebildeten Zustande bildet diese Alge kleine bis 5 mm, doch auch viel größere, mehr oder weniger kreisförmige,

[1]) Nach Abschluß des Manuskriptes teilt mir CONRAD freundlichst die Existenz typischer Chrysomonadencysten mit. Die beigegebene Figur einer Thallochrysis-Cyste verdanke ich der Liebenswürdigkeit meines Freundes.



bis sehr unregelmäßig scharfbegrenzte Krusten, die am Rande oft sehr gelappt sind und oft sichtlich ungleiches Wachstum zeigen, zu mehreren miteinander verschmelzen und in kalten schnellfließenden Wässern, besonders der Kalkregion, doch auch im Gebiete des Urgesteins auf Steinen, fast niemals aber auf Holz oder anderem Substrate aufsitzen, vielleicht aber hier nur übersehen werden. Diese Krusten oft dicht nebeneinander gebildet, fließen frühzeitig zu größeren, oft sehr großen Flächen zusammen, so daß die Gesteinsblöcke flächenweise oft ganz einheitlich überzogen erscheinen.

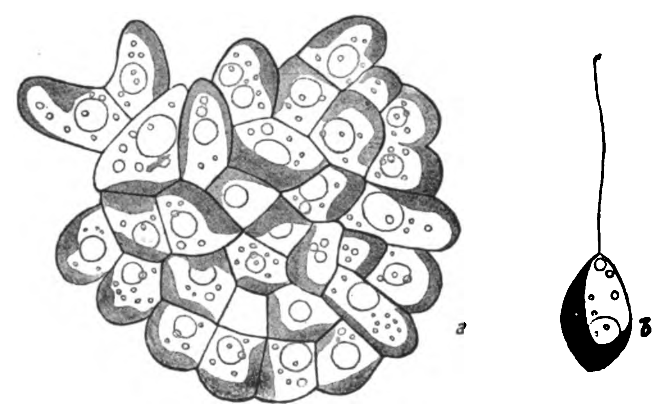


Fig. W. *Phaeodermatium.* Kleines flächiges noch einschichtiges Lager. Daneben ein Schwärmer.

Diese Krusten bestehen gegen die Peripherie zu aus nur einer Zellalalge, gegen das Zentrum zu sind sie aber mehrschichtig. Sie lassen deutlich erkennen, daß sie eigentlich ursprünglich aus mehr oder weniger radiär angeordneten Fäden bestehen, die parenchymatisch verwachsen sind (Nematoparenchyme). Bei älteren Krusten aber ist diese fadenparenchymatische Struktur des Ganzen verwischt. Wir haben also eine Alge vor uns nach dem Typus *Coleochaete*, *Pringsheimia* o. ä., nur daß die zentrale Mehrschichtigkeit hier viel ausgesprochener ist.

An der Kruste sind deutlich Partien zu erkennen, die über den allgemeinen Umriß hinauswachsen, und hier ist der Charakter kriechender Fäden besonders deutlich, an anderen Stellen aber bleibt das Wachstum erheblich zurück, es entstehen Buchten. Oft sind es nur ganz einzelne Fäden die weit über den allgemeinen Umriß hinauswachsen.

Diese Fäden können aber immer wieder den Ausgangspunkt für neue Krusten geben. Sie funktionieren wie Ausläufer (Fig. Y). Der

Bau der Zellen ist ziemlich gleichartig. Die Zellen sind oft etwas in radiärer Richtung gestreckt, die zentralen Zellen sind mehr isodiametrisch. Sie haben eine feste Haut, die an den periphersten Zellen oft stark papillös gewölbt ist. In den Zellen ist ein großer Chromatophor, der gewöhnlich an der distalen Wand liegt, oft gelappt ist und dann manchmal mehrere Chromatophoren vortäuschen kann.

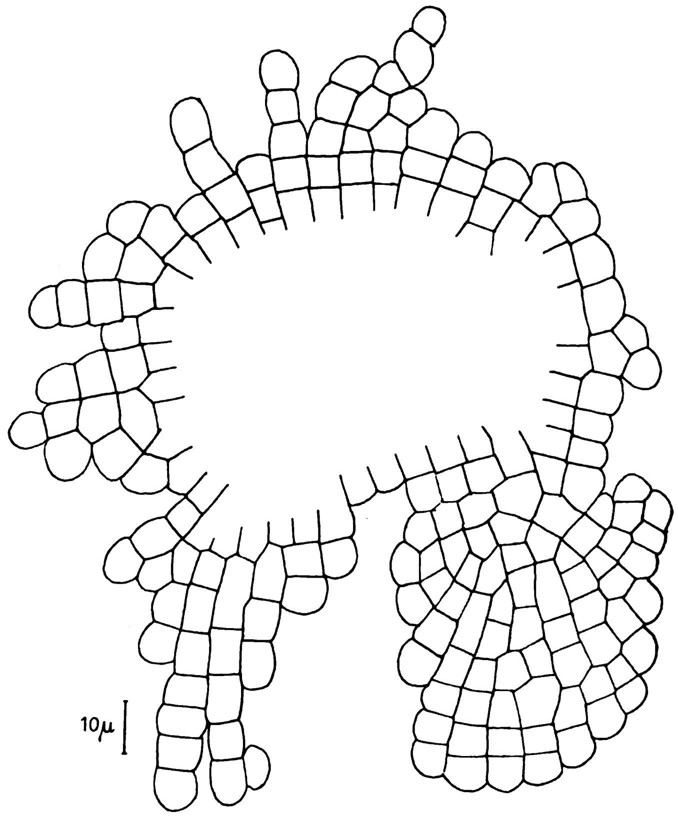


Fig. X. *Phaeodermatium.* Größeres Lager. Die bereits mehrschichtige Mittelpartie nicht eingezeichnet. Fädiges Wachstum (Nematoparenchym) deutlich. Ebenso ungleichmäßiges Randwachstum, Voraneilen einzelner noch fädiger oder schon parenchymatöser Partien deutlich.

Fett- und Öltropfen sind da und auch meist ein sehr großer Leukosinballen. Die Membran älterer Zellen ist manchmal leicht bräunlich, auch manchmal deutlich geschichtet.

Die Membranen verquellen unter Umständen leicht, die ganze Alge bekommt dann das Aussehen eines mit geschichteten Gallerthüllen versehenen *Gloeocystis*-Lagers, wobei aber nicht alle Zellen

an diesem Prozesse beteiligt zu sein brauchen. Die radäre Anordnung ist auch dann noch oft deutlich zu sehen. Die Protoplasten dieser Zellen werden mit der Zeit ganz kugelig, in ganz extremen Fällen ist dann sogar die Bildung der kontraktilen Vakuolen zu beobachten. Die Neigung aus diesen Gallertstadien Schwärmer zu bilden ist sehr deutlich. Besonders die zentralen Partien lösen

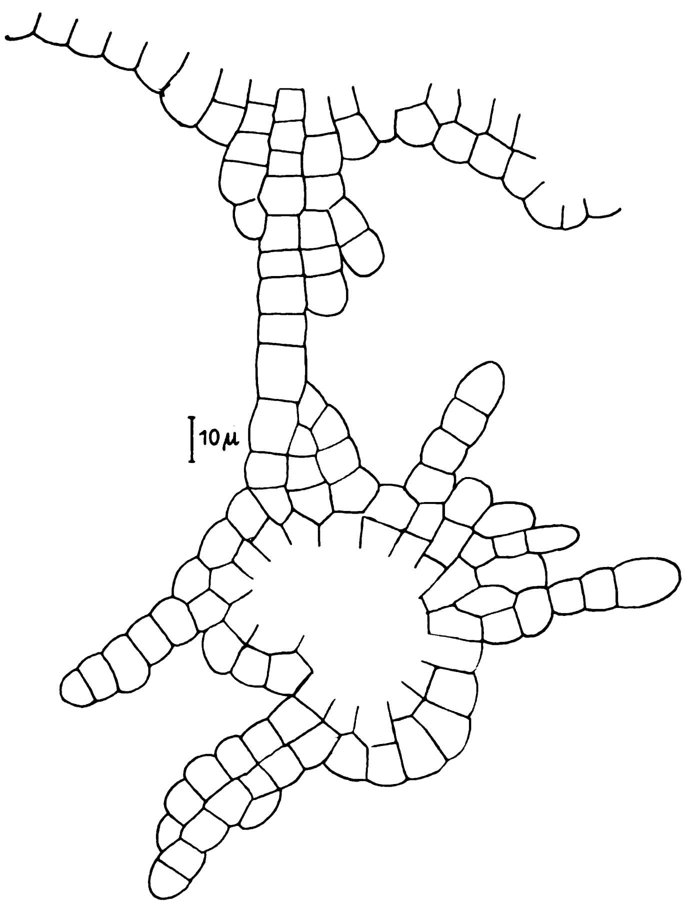


Fig. Y *Phaeodermatium*. Rand eines größeren Lagers aus dessen einem Lappen ein Faden vorgewachsen ist, der wieder den Ausgangspunkt eines neuen parenchymatösen Lagers gebildet hat (die zentrale mehrschichtige Partie nicht gezeichnet).

sich besonders in den oberen Schichten gern in solche Gallertstadien auf.

Natürlich können diese Gallertstadien ohne deutliche Schichten mehr palmellaartig sein oder mit deutlichen, oft derben und festen

ineinandergeschalteten Gallerthüllen gebildet werden (*Gloeocystis*-Stadium). Meist erfolgt in diesem Stadium noch eine lebhafte Zellteilung, so daß oft ein ganz unregelmäßiger gallertiger Zellhaufen entsteht. Bemerkt sei, daß speziell die *Gloeocystis*-Stadien, mit derbhäutigen, wenig verquollenen Gallertschichten (siehe Fig. H_1) mehr

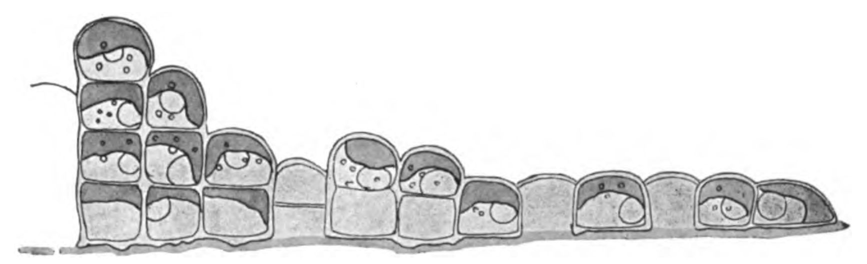


Fig. Z. *Phaeodermatium.* Halbschematisierter Längsschnitt radiär durch ein Lager. Lager am Rande einschichtig, in der Mitte mehrschichtig, förmlich aus aufrecht nebeneinanderstehenden kurzen Fäden gebildet, die seitlich miteinander verwachsen sind.

den Charakter von Dauerformen machen, die gewiß, nicht zu scharfe Trockenperioden überleben können. Sie haben oft keine Vakuolen, kein Stigma ausgebildet. Sie bilden auch nicht so leicht die Schwärmer aus, wie die palmelloiden Stadien, lassen dann vorher ihre Gallertschichten aufquellen, worauf meist Teilungen einsetzen und die Schwärmerbildung erfolgt. Die unteren Schichten bilden weniger leicht Palmellen und Schwärmer.

Es werden aber natürlich auch aus nichtpalmelloiden Stadien Schwärmer gebildet, mit oder ohne vorhergehende Protoplastenteilung.

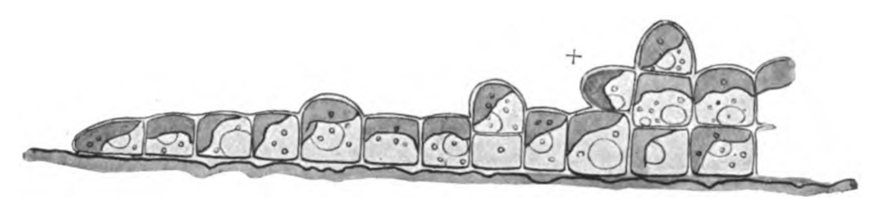


Fig. A_1. *Phaeodermatium.* Kombinierter und halbschematisierter radiärer Längsschnitt eines Lagers. Bei + bildet eine aufrechtstehende Zellenreihe einen horizontalen Seitenast, der auf der unteren Zellage weiterwächst ebenfalls flächig wird und mit der unteren Zellage verwächst.

Die Schwärmer sind *Chromulina*-artig, haben eine terminale Geißel, die etwa doppelt körperlang ist und zwei vorn gelegene Vakuolen. Dagegen konnte kein Augenfleck wahrgenommen werden. Auch Geitler konnte kein Stigma beobachten. Die Schwärmer sind

ellipsoidisch bis eiförmig, oft unsysmmetrisch, nach vorn ein wenig verschmälert, sehr formveränderlich. Sie sterben ungemein leicht ab und ihre Beobachtung ist umständlich. Der Chromatophor, liegt basal, doch auch schief und reicht ziemlich weit die Seitenwände

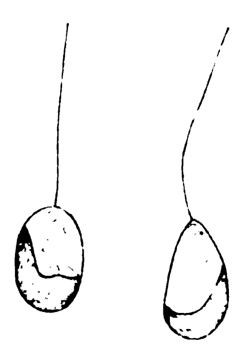


Fig. B_1. *Phaeodermatium.* Schwärmer. Darunter zwei Keimlinge; basal in den Keimlingen der Leucosinballen, oben die pulsierenden Vakuolen.

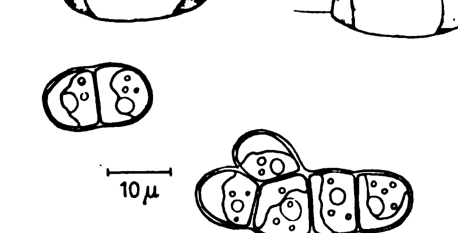


Fig. C_1. *Phaeodermatium.* Zwei- und fünfzelliger Keimling. Am letzteren bereits beginnende Verwachsung einzelner Zellen.

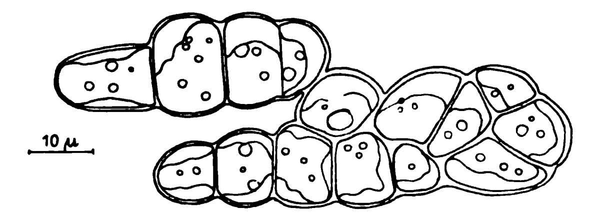


Fig. D_1. *Phaeodermatium.* Mehrzelliger Keimling. Beginnende Nematoparenchymbildung.

hinauf. Die Schwärmer treten mit dem Hinterende zuerst aus. Sie schwärmen nicht lange, kommen unter heftigen, ruckartigen Bewegungen, die mit lebhaften Strömungen verbunden sind bald zur Ruhe und bilden zunächst eine flachhalbkugelige bis brotlaibartige Zelle, die mit breiter Basis dem Substrate aufsitzt. Lange Zeit bleiben die

kontraktilen Vakuolen erhalten. Bald streckt sich die Zelle, wird länglich. Es tritt dann die erste Teilung auf, wie immer Proto-

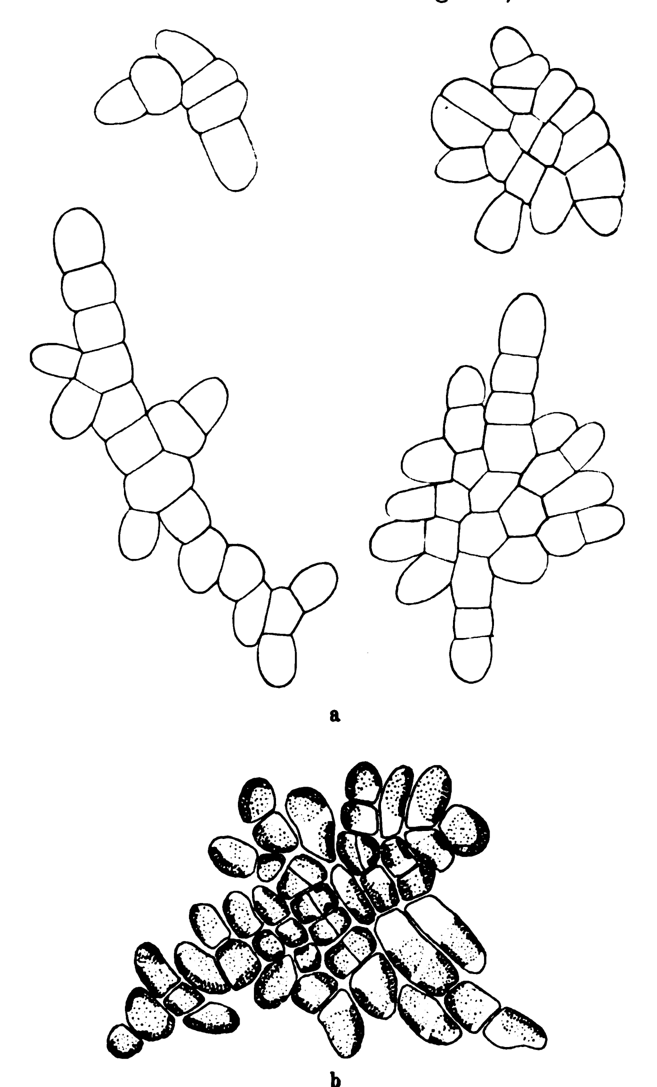


Fig. E_1 a. *Phaeodermatium.* Verschieden weit vorgeschrittene junge Pflanzen. Fig. E_1 b. Junges Lager von *Phaeodermatium.* Einzelne bes. pheriphere Zellen sehr groß, zum Teil mit 2 Chromatophoren; central durchgeführte Zellteilungen, hier Zellen viel kleiner; beginnende Mehrschcihtigkeit des Lagers (Orig. von GEITLER).

plastenteilung, ohne ausgesprochene Orientierung, worauf sich die beiden Teilprotoplasten innerhalb der Mutterzelle behäuten. Es ent-

steht damit ein kurzer zweizelliger Faden. Durch weitere Teilungen wird der Faden mehrzellig; verzweigt sich aber schon frühe nach der Weise, wie ich sie bei *Phaeothamnion* angab: durch Verwölbung der Zelle nach einer Seite und Hineinrutschen des einen

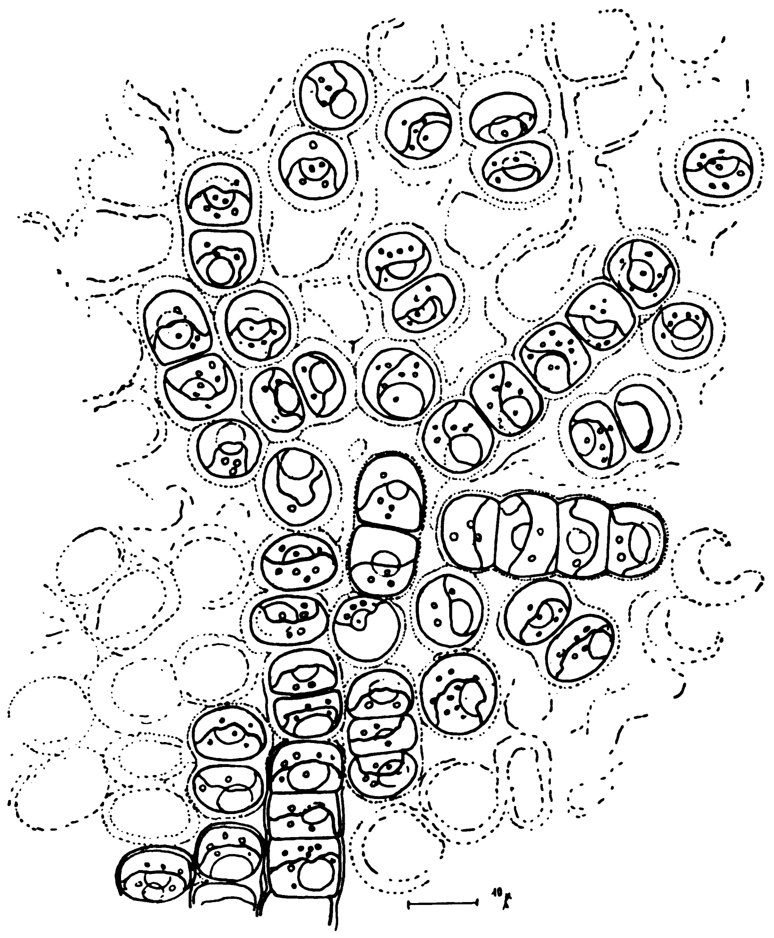


Fig. F_1. *Phaeodermatium.* Palmelloide Auflösung eines Lagers. Ursprüngliche Fadenordnung der Zellen noch deutlich wahrnehmbar. Protoplasten zum Teil bereits als Schwärmer ausgeschlüpft.

Teilprotoplasten, der sich dann dort behäutet. Die Teilungen werden aber sehr bald ziemlich regellos, die Intitialzellen der Zweige teilen sich oft nicht in der begonnenen Richtung. Die Zweige liegen dicht dem Hauptfaden an, durch all das entsteht schließlich meist schon sehr bald eine zentrale, mehr parenchymatische Partie, von der dann

radiär mehr oder minder deutlich aneinanderschließende Fäden, die peripher sehr ungleich weiter wachsen, ausstrahlen. Manchmal eilen einzelne dieser Fäden oft sehr weit vor, bleiben dabei lange unverzweigt, bis plötzlich eine oder die andere ihrer Zellen Zweige und auch parenchymatische Verbreiterungen liefert und damit, wie bereits erwähnt, den Ausgangspunkt für neue Krusten.

Eine auffallende Erscheinung sei hier erwähnt. An jungen Krusten sind häufig die Zellen sehr ungleich groß. Besonders die peripheren Zellen sind oft 2—3 mal, ja noch mehr mal größer als die zentral gelegenen. Letztere schreiten viel stärker zur Teilung, während bei den ersteren der Wachstumsfaktor offenbar über den Teilungsfaktor überwiegt. Dadurch kommen manchmal sehr seltsame Bilder zustande. Eine junge Kruste mit sehr ungleich großen Zellen gibt die Fig. E_1 b wieder, die mir Herr Dr. Geitler nach Material aus den Bächen um der Station Lunz zur Verfügung gestellt hat.

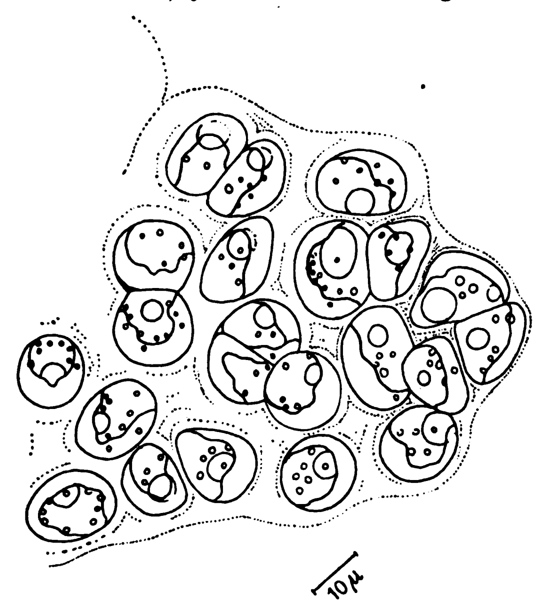


Fig. G_1. *Phaeodermatium.*
Mehr unregelmäßige, palmelloide Auflösung eines Lagers unter reicher Teilung der Protoplasten in diesem Palmellenstadium. Gallerte sehr weich.

Im Zentrum werden diese Krusten bald mehrschichtig und zwar auf verschiedene Weise. Einmal dadurch, daß eine oder mehrere Zellen der ursprünglich einschichtigen Scheibe auch nach aufwärts Äste treiben und damit ganze Gruppen von übereinander liegenden Zellen bilden. Man sieht dann in Querschnitten mehr oder weniger übereinander liegende Zelllagen, die oft fadenartig hintereinander stehen und entsprechend ihrer Herkunft parallel miteinander verwachsene aufrechte Fäden erkennen lassen oder aber mehr regellos übereinander liegen. Nur die obersten Zellen sind gestreckt und vorgewölbt, die anderen abgeplattet. Die

obersten Zellen sind immer sehr intensiv gefärbt, die unteren haben manchmal ausgeblaßte Chromatophoren.

Die Mehrschichtigkeit der Krusten kann aber auch dadurch zustandekommen, resp. gefördert werden, daß einzelne der aufrechten Zweige, die aus der kriechenden Sohle emporwachsen, wieder Seitenzweige bilden die aber normal zu ihnen, also wieder horizontal, zu stehen kommen und parallel zur Sohle sich erstrecken. Diese Seitenzweige wachsen dicht über der krustenförmigen Sohle, legen sich auf sie, wachsen auf ihr, kriechen weiter, verzweigen sich, schließen ebenfalls zu einem Nematoparenchym zusammen und sind gewöhnlich

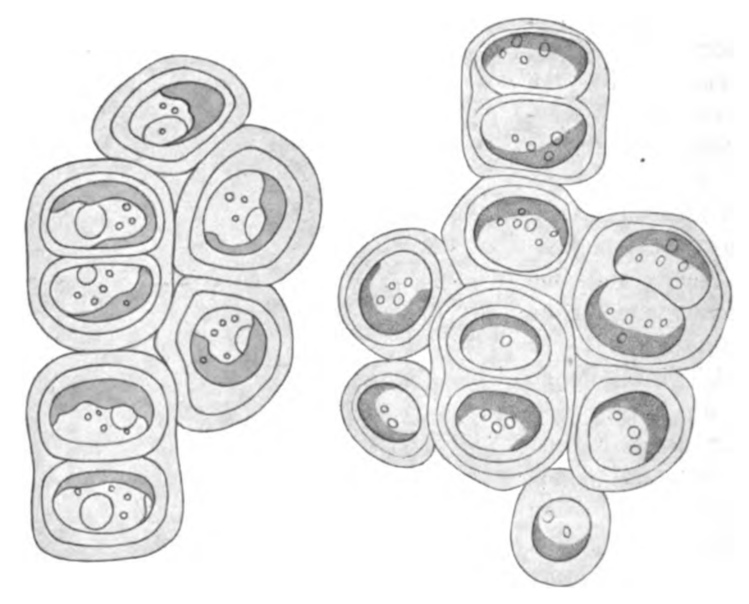


Fig. H_1. *Phaeodermatium*. Mehr Gloeocystisartige Gallertstadien mit derben, nicht sehr weichen Gallerthüllen.

schon frühzeitig mit der Sohle verwachsen, so daß jetzt auf der ersten Sohle gewissermaßen eine zweite Lage gebildet wird, zwei Zellschichten oder auch mehrere entstehen, die durch ihre verwachsenen Membranen fest untereinander im Zusammenhange stehen.

Das Flächenwachstum der einzelnen Lagen ist aber in hohem Maße unabhängig voneinander. Manchmal wächst die obere Lage weit über die untere hinaus und bildet dann den einschichtigen Rand der Kruste, oder sie bleibt weit zurück und entwickelt sich dann inselartig auf kleinen Bezirken. Solche Schichten können in einem Lager an verschiedenen Stellen unabhängig voneinander ent-

stehen, wodurch die ganze Kruste an den verschiedenen Stellen sehr verschiedene Wertigkeit bekommt, besonders dann, wenn sich auf einer Kruste die verschiedenen Entstehungsweisen der Kruste kombinieren, was meist der Fall ist. Der letzte, ausführlich besprochene Modus der Entwicklung mehrerer Schichten ist aber selten.

Durch die Verquellung der Membranen entsteht schließlich oft ein Haufen Gloeocystisartiger Zellen. Manchmal treten solche Nester ganz vereinzelt in sonst normal ausgebildeten Lagern auf.

Manchmal bilden die ausgetretenen Schwärmer keine solchen Krusten, sondern direkt palmelloide Lager. Sie kommen zur Ruhe, umgeben sich mit Gallerte, teilen sich und so entstehen Gallertlager mit oft sehr weiten Höfen um die Zellen. Aber es gibt zwischen diesen Gallertlagern und typischen Krusten alle Übergänge. Es handelt sich wohl um Hemmungsbildungen.

Ob zu den Schwärmern auch rhizopodiale Stadien gehören — nackte amöboide Chrysomonadenprotoplasten — die ebenfalls große Chromatophoren hatten und den Schwärmern, mit denen sie zusammen auftraten, sehr gleichen, vermag ich nicht zu sagen. Es scheint aber wahrscheinlich zu sein.

Ich sah keine Sporen, sie sind mit aller Wahrscheinlichkeit vorhanden. In Analogie zu *Phaeothamnion* nehme ich an, daß sie vor allem an den gallertigen Stadien zu suchen wären.

Eine Art:[1])

Phaeodermatium rivulare Hansgirg (Fig. W—H_1).

In kalten Bächen: Voralpen (Ischl, Lunz), Böhmerwald. Sicher eine der häufigsten Chrysotrichalen. Geitler erhielt sie fast regelmäßig auf Objektträgern, die er in Bächen um Lunz in denen *Phaedermatium* in zusammenhängenden Lagen ganze Flächen überzieht, auslegte in großer Menge.

Die Alge wurde von Hansgirg beschrieben. Er stellt sie in die Nähe von *Lithoderma*, einer krustenförmigen Phaeophycee des Süßwassers. Weder die Diagnose noch die Abbildung, die Hansgirg gibt, sind ganz zureichend. Hansgirg scheint Stadien von *Lithoderma* und *Phaeodermatinium* kombiniert zu haben.

---

[1]) Es gibt mehrere morphologisch wie biologisch verschiedene Formen, die vielleicht nicht alle zur Gattung *Phaeodermatium* gehören. Eine davon. die auch in ihrem Lageraufbau abweicht und deren Krusten an anderen Lokalitäten vorkommen, hat mehrere Chromatophoren und fällt dadurch sehr auf. Im übrigen bilden auch normalerweise nicht krustenförmig lebende Chrysophyceen krustenförmige Ausbildungen (spez. *Hydrurus*, doch auch andere Chrysocapsalen).

Er gibt auch Kalkinkrustation des Lagers an. Ich habe sie nicht gesehen, halte aber die Angabe Hansgirg's für zutreffend. Auch auf Urgestein kommen *Phaeodermatium*-Krusten vor. Sie scheinen nicht ganz mit der hier genannten Art übereinzustimmen. Wahrscheinlich gibt es bei uns mehrere Formen.[1])

Anhang an die Chrysotrichalen.

Als eine sehr einfache oder besser gesagt vereinfachte Chrysotrichale ist wahrscheinlich folgender, anscheinend bereits von Borzi studierter, Organismus aufzufassen.

Es sind entweder einzelne kugelige Zellen, die manchmal zu zweien nach der Teilung nebeneinander verbleiben und durch eine

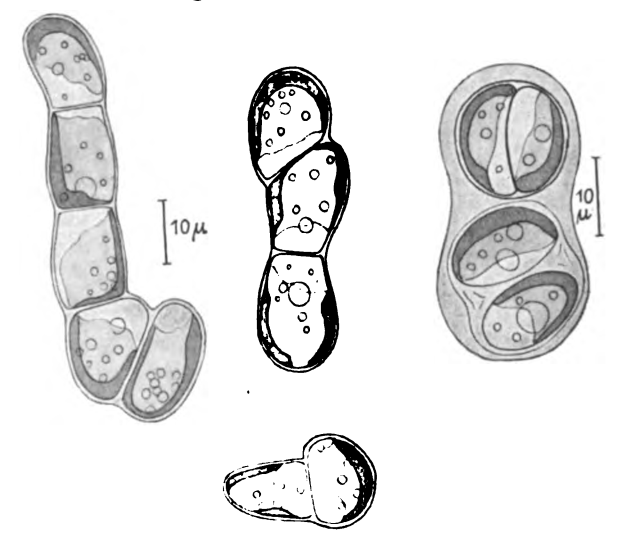


Fig. J₁. *Apistonema.* Zwei- bis mehrzellige Fäden. *Gloeocystis*-artiges Gallertstadium.

leichte Gallerthülle zusammengehalten werden, oder aber sich strecken, cylindrisch werden, und bei den wenigen weiteren Teilungen, die stattzufinden pflegen, kurze unregelmäßig orientierte Fäden ergeben, die manchmal auch zweireihig sind. Ihre Zellen sind cylindrisch oder auch zusammengedrückt-kugelig bis keulig und bilden dann sehr ungleich aussehende Fäden.

Genau damit übereinstimmende Figuren gibt auch Borzi bei seinem *Phaeococcus Clementi* (Fig. U V). Er nimmt aber an, daß

[1]) Über *Lithoderma* und *Heribaudiella*, die beiden Krustenphaeophyceen des Süßwassers, die ebenfalls in Bächen vorkommen, vergleiche Süßwasserflora, Heft XI.

diese Alge in den Formenkreis der genannten Alge gehöre. Nun ist sein *Phaeococcus*, soweit die Figuren einen Schluß zulassen, überhaupt keine Phaeophycee, sondern wahrscheinlich eine im *Gloeocystis*-Stadium lebende Cryytomonade. Borzi reiht an diese als dazu gehörige Stadien, völlig anders aussehende Algen an, die kurzfädig werden und die völlig mit der Alge übereinstimmen, die hier behandelt wird. Es

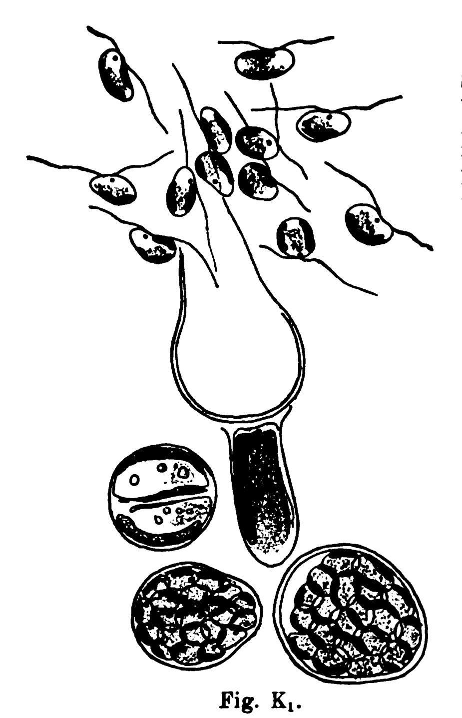


Fig. K_1.

Fig. K_1. *Apistonema.* Oben zweizelliges Stadium, eine Zelle schwärmend. Schwärmer wohl nicht richtig und unter der Voraussetzung es handle sich um eine Phaeophycee als Phaeophyceenschwärmer gezeichnet. Darunter zwei ungeöffnete Zoosporangien. Links mehr palmelloide Zellen in Teilung (nach Borzi aus Oltmanns).

Fig. L_1. *Apistonema.* Wenigzellige Fäden. Eine Zelle in Schwärmerbildung begriffen.

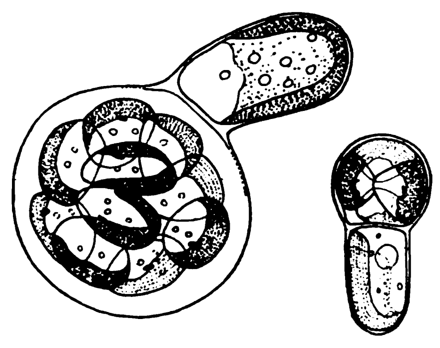


Fig. L_1.

liegen also beim *Phaeococcus Clementi* Borzi nach den Borzi'schen Angaben und Zeichnungen sicher zumindest zwei ganz verschiedene Algen vor, deren verschiedene Stadien Borzi auf einen Organismus bezog. Als *Phaeococcus Clementi* ist in den Borzi'schen Tafeln anzusprechen (Fig. O, P, R.; Fig. U, V, W, X), dagegen ist die Alge, von der jetzt hier die Rede ist, während (Fig. T) eine Chrysophycee, die *Chrysosphaera* sehr nahesteht.

Die fädigen Formen haben eine ziemlich feste Haut, die manchmal besonders über den Grenzflächen zweier aneinanderstoßender Zellen ein wenig geschichtet erscheint. Die Endzellen der kurzen meist nur 3—4 Zellen langen Fäden sind nicht selten ein wenig keulig aufgetrieben. Der einzige große Chromatophor kleidet die Wand

großenteils aus, daneben sind Leukosinballen, Fette und Öle vorhanden. Das Plasma ist wie immer sehr klar.

Neben diesen kurzen Fäden kommen auch mehr kugelige Aggregate, von ein bis höchstens vier Zellen vor, die manchmal hintereinander liegen, und eine deutliche, wenn auch oft nicht sehr bedeutende Gallerthülle zeigen.

Beiderlei Formen sind durch zahlreiche Übergänge verbunden, manchmal ist der eine Teil der Alge fadenförmig der andere aber aus solchen mehr kugeligen Zellen zusammengesetzt.

Auch hier erfolgt in den mehr walzlichen Zellen die Protoplastenteilung etwas schief zur Längsachse; die definitive Orientierung wird erst durch nachträgliches sich Übereinanderlagern der Protoplasten bewirkt, die sich dann erst behäuten. Im Übrigen ist die schiefe Teilung nicht immer deutlich, ja manchmal erfolgte die Teilung fast der Quere nach. Vielleicht hat in diesen Zellen bereits vor der Teilung des Protoplasten eine Drehung desselben stattgefunden.

Das weitere Verhalten ist ein wenig abweichend von den bisher erwähnten Chrysophyceen. In den einzelnen Zellen, meist in einigen gleichzeitig, wobei aber andere diesen Prozeß nich mitmachen, erfolgen nacheinander zahlreiche Teilungen der Protoplasten, bis schließlich ein Haufen nackter Protoplasten in den sehr vergrößerten und kugelig erweiterten Zellen vorhanden ist. Diese nackten Teilprotoplasten haben einen einzigen Chromatophoren und ein deutliches, doch meist etwas punktförmiges Stigma und zwei kontraktile Vakuolen.

Es liegen dann manchmal meist zwei oder mehrere solcher aufgetriebener Zoosporangien hintereinander, wobei entweder alle Zellen des Fadens sich in solche Zoosporangien umgewandelt haben oder am einen oder am anderen Ende noch eine oder zwei cylindrische Zellen, in völlig normaler, vegetativer Form vorhanden sein können.

Auch die aus mehr kugeligen Zellen bestehenden, mehr Gloeocystenartigen Stadien, können sich in solche Zoosporangien umwandeln.

In einen wie im anderen Falle können diese Zoosporangien, die bis 64 Teilprotoplasten enthalten, bedeutende Größe erreichen und werden bis 50 μ dick.

Soweit sind die Zusammenhänge klar. Leider bricht hier die Kontinuität der Beobachtung ab. Auch Geitler, der diese Alge in Lunz beobachtete, kam nicht weiter. Es macht den Eindruck, als ob die Alge gerade in diesem Zoosporangienstadium gegen die ungünstigen Einwirkungen, wie sie bei jeder solchen Beobachtung verbunden sind, sehr empfindlich wäre. Es war niemals möglich, den

Austritt der Schwärmer zu beobachten. Der genaue Zusammenhang mit Schwärmern fehlt also. Ich sah einmal neben leeren Zoosporangien kleine Schwärmer, mit einem Chromatophoren und dem Stigma, sie hatten eine einzige Geißel, die nicht ganz doppelt so lang war, wie der leicht eiförmig-walzliche Protoplast. Vielleicht sind es die Schwärmer dieser Alge gewesen. Das Ausschlüpfen wurde aber nicht beobachtet, es konnte auch die Weiterentwicklung dieser sehr empfindlichen Schwärmer nicht beobachtet werden.

So klafft hier eine Lücke. Nur einmal kamen mir auch Stadien unter, bei denen in diesen Zoosporangien die kleinen sonst nackten Teilprotoplasten bereits eine deutliche Haut hatten, durch die das Stigma hindurchschimmerte. Anscheinend hatten sich die kleinen Schwärmer ohne auszutreten noch in der Mutterzelle in kleine Autosporen umgewandelt. Es scheint dies aber nicht der normale Vorgang zu sein.

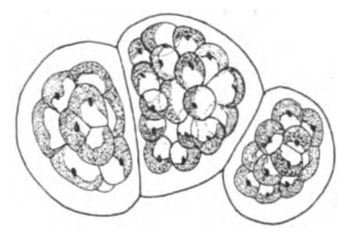


Fig. M_1. *Apistonema*. Die drei Zellen eines Fadens in Zoosporangien mit vielen Schwärmern umgewandelt.

Borzi bildet nun bei seinem *Phaeococcus* bei den zu unserer Alge gehörigen Stadien auch aufgerissene Zoosporangien ab und auch ausgetretene Schwärmer. Er bildet sie ganz wie Phaeophyceenschwärmer ab, mit zwei ganz seitlich stehenden Geißeln und einem Augenfleck in der Nähe der Einfügungsstelle der Geißeln. Ich glaube, daß die Borzi'schen Figur (K_1) nicht zutreffe und auch hier Borzi seiner unzutreffenden Vermutung, es handle sich hier um eine echte Phaeophycee, unterlegen sei und in dieser Meinung die ohnehin sehr zarten und nur schwer genau zu beobachtenden Schwärmer mit der bei Phaeophyceenschwärmern üblichen Morphologie versah.

Borzi bildet auf seiner Fig. Z diese Zoosporen kopulierend ab, wie er auch kleine Zygoten mit 2 Stigmen zeichnet. Ich vermag mit dieser Angabe nichts anzufangen und halte sie für irrtümlich. Denn sie ist auch schwer in Einklang zu bringen mit dem, was wir über Copulation von Phaeophyceenschwärmern bisher wissen. Dazu kommt, daß Borzi bestimmt ein Gemenge aus verschiedenen Algen vorgelegen hat.

Auffallend sind die großen Zoosporangien der Alge. Sie stehen aber doch nicht ganz vereinzelt bei den Chrysotrichalen da: auch bei *Phaeothamnion* werden manchmal ausnahmsweise bis 8 Zoosporen in einer Zelle gebildet. Und wir wissen ferner, daß in den Cysten

mancher Chrysophyceen bei der Keimung bis 32 Schwärmer gebildet werden können.

Sporen kamen bei unserer Alge nicht zur Beobachtung.

Allem Anscheine kommen bei uns von dieser Alge zwei etwas verschiedene Formen vor: neben den beschriebenen eine etwas kleinere, die ebenfalls Gloeocystisartig wie auch fadenförmig wuchs, aber immer zwei Chromatophoren und nicht einen wie die hier behandelte hatte. Ich glaube nicht, daß diese beiden Formen identisch sind.

Die Alge sei ***Apistonema commutatum*** (vegetative Zellen im Gloeocystsisstadium 14—19 μ, im Faden 9—12 μ messend) genannt und ich füge sie, weil eine nähere Lozierung ohne Kenntnis der Schwärmer nicht möglich ist, am Anhange an die Chrysotrichalen nie (Fig. J, K, L, M, Taf. 6, 7, 15).

Apistonema macht den Eindruck einer reduzierten Fadenalge, und scheint eine ähnliche Entwicklung hinter sich zu haben, wie die analogen Gattungen: *Pleurococcus* bei den Chlorophyceen und *Heterococcus* bei den Heterokonten.

Ich möchte hier aber ausdrücklich betonen, daß es nicht ausschlossen ist, daß im Süßwasser wie im Meere morphologisch sehr vereinfachte Phaeophyceen vorkommen. Phaeophyceen, deren Thallus auf einige wenige Zellen reduziert ist und die erst bei genauer Kenntnis der Entwicklungsgeschichte als solche erkannt werden können. Wir kennen ja ein ganz gleiches bei den Rotalgen, die für gewöhnlich morphologisch weitgehend gegliedert und differenziert sind, eine komplizierte geschlechtliche Fortpflanzung haben und doch so einfache Formen ausbilden wie *Bangia*, oder noch einfachere wie *Asterocytis* (Allogonium), *Phragmonema* und das „bloß" gallertige Lager bildende, eigentlich einzellige *Porphyridium*. Phaeophyceen, falls ebensoweit reduziert wie die erwähnten Gattungen *Asterocytis* und *Porphyridium*, werden dann ebenfalls nur einfache Zellverbände, gallertige Lager oder überhaupt einzellige braune Algen darstellen und es wird ohne Kenntnis der Entwicklungsgeschichte dann sehr schwer sein, sie als Phaeophyceen zu erkennen. Maßgebend würde wohl die Form der Schwärmer sein. Die Beschaffenheit der Assimilate der Speicherstoffe wird, abgesehen davon, daß sie bei dem Mangel an Stärke nicht sehr leicht einwandfrei feststellbar wäre, nicht immer sehr sichere Schlüsse erlauben. Doch die Kenntnis der Cysten, die so charakteristisch für die ganzen Chrysophyceen sind und der Schwärmer, wird den Entscheid bringen. Jedenfalls ist vielleicht mehr

auf die Möglichkeit zu achten, daß es auch sehr vereinfachte Phaeophyceen gibt, ja ich möchte gewisse Vorkommnisse direkt dahin deuten. Wo bei den in dieser Arbeit behandelten Formen die Möglichkeit besteht, daß eine reduzierte Phaeophycee vorliegen könnte, ist darauf hingewiesen. Es käme eigentlich nur eine Gattung hier in Betracht, eben deshalb weil wir derzeit weder die Cysten noch die Schwärmer kennen (*Apistonema*).

Jedenfalls sollte auch aus diesem Grunde mehr auf die braunen Algen geachtet werden, auch wenn sie nicht wie Diatomeen, Peridineen oder andere beliebt sind.

Chrysophaerales.

Chrysophyceen, deren vegetatives Leben sich in fest behäuteten unbeweglichen Zellen abspielt, die entweder einzeln oder in nicht fädigen Kolonien leben. Diese Ordnung ist den Protococcales unter den Chlorophyceen, den Heterococcales unter den Heterkonten analog. Neben dieser cellulären Normalausbildung kommen bewegliche Schwärmer, rhizopodiale Stadien, Palmellen und Gloeocysten und aller Wahrscheinlichkeit auch Sporen vor.

Sicher bekannte Gattungen:

Chrysosphaera, *Chrysobotrys*, *Epichrysis*.

Unsichere und nicht völlig bekannte Gattungen:
Stichogloea, *Sphaerochrysella* (*Phaeococcus* Smith), *Selenophaea*.

Fragliche Familie: *Chrysostomataceae*.

Chrysosphaera

(Fig. N_1, O_1, Taf. 15, 11).

Diese braune einzellige Alge war die erste, die ich mit Sicherheit als mit den Chrysomonaden verwandt erkannte. Ich kannte diesen Organismus bereits einige Zeit, aber eingeengt durch die üblichen Darstellungen der Süßwasseralgen, kam ich zuerst nur zu vergeblichen Versuchen, sie mit irgendwelchen anderen Formen zu identifizieren.

Ich habe von ihr eine kurze Diagnose in meiner Notiz über Flagellaten und Algen (1914) gegeben, nur mit unrichtigen Maßen, die dort um je 10 μ zu groß angegeben sind.

Die braunen Zellen kommen einzeln oder in kleinen, aus 4 bis 8 Zellen bestehenden Aggregaten vor, die dadurch entstehen, daß

die Zellen sich nach der Teilung nicht gleich trennen und manchmal eine Zeitlang beisammen bleiben, wobei es aber nicht zu gemeinsamen Gallerthüllen oder zu einer homogenen Gallertmasse kommt. Es sind, soviel ich sah, nur Teile der alten Membranen, die die Zellen noch eine Zeitlang zusammenhalten.

Die Einzelzellen sind, wenn sie frei und isoliert liegen, kugelig, meist aber ein wenig flach und etwas breiter als hoch und haben eine feste deutliche Membran, die ich bei dem geringfügigen Materiale nicht auf ihre Beschaffenheit prüfen könnte. Der Zellinhalt ist bei der normalen mikroskopischen Untersuchung der Zellen im lebenden Zustande sehr einfach und bietet wenig Einzelheiten. Chromatophoren sind zwei, wandständig und glänzend hellgelbbraun. Ihre Ränder sind gelappt, besonders bei älteren Zellen, bei jüngeren aber ganzrandig. Vor der Teilung werden die Chromatophoren geteilt, da es aber nicht immer gleich im Anschluß daran zur Teilung der Protoplasten kommt — vielleicht auch nur unter den Verhältnissen während der Beobachtung — so fanden sich auch manchmal Zellen mit vier Chromatophoren.

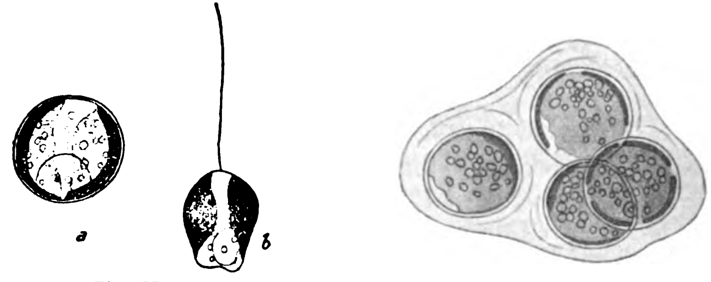


Fig. N_1. Fig. O_1.

Fig. N_1. *Chrysosphaera nitens.* a) Einzelzelle. b) Schwärmer.
Fig. O_1. *Chrysosphaera?* Von Borzi als Stadien seines *Phaeococcus Clementi* aufgefaßt. (Nach Borzi.)

Die Lappen der Chromatophoren täuschen, besonders wenn die Zelle etwas größer ist, bei gewissen Einstellungen dann mehrere kleinere Chromatophoren vor. An der Innenseite der Chromatophoren finden sich oft Ansammlungen kleiner glänzender Körperchen, die mehr flächig angeordnet sind. Ferner sind in der Zelle Öl und Fetttropfen und dann Leukosinballen, die oft sehr groß sind und manchmal den größten Teil der Zelle ausfüllen. Manchmal sind einzelne Öltröpfchen rot gefärbt.

Die vegetativen Zellen sind im ausgewachsenen Zustande ziemlich groß (12—24 μ), wenn sie ungleiche Dimensionen haben etwas weniger

hoch als breit. Doch beträgt auch bei den größten Formen dieser Unterschied nicht mehr als 4—6 μ. Kontraktile Vakuolen sind in ausgewachsenem Zustande nicht zu sehen.

Die Vermehrung erfolgt auf zwei Weisen:

1. Protoplastenteilung, wobei jeder Teilprotoplast wieder zwei Chromatophoren hat; dann umgeben sich innerhalb der Mutterzelle die Teilprotoplasten mit einer Haut und dehnen dabei die Haut der Mutterzelle sehr. Dabei sind sie zunächst noch ziemlich abgeplattet, dann aber werden sie mehr rund, die Mutterzelle reißt oder wird sehr gedehnt und verschwindet schließlich. Dadurch, daß die beiden Tochterzellen noch eine Zeitlang zusammengehalten werden, entstehen vorübergehende Aggregate von zwei Zellen und dadurch, daß die Tochterzellen noch vor ihrer Isolierung sich wieder teilen, unter Umständen vierzellige, selten aber bei neuerlicher Teilung 6—8zellige Ansammlungen, die sich aber sehr bald isolieren. Diese Zellenzweiteilung ist als Autosporenbildung aufzufassen.

2. Diese Teilprotoplasten treten aber unter Umständen auch als Schwärmer aus der Zelle aus. Sie entsprechen völlig der Gattung *Chromulina* und haben eine Geißel, die fast doppelt solang wie der Körper ist. Die Schwärmer haben zwei seitenständige Chromatophoren, die ziemlich vorn liegen, zwei vorn in der Nähe der Geißelbasis gelegene Vakuolen und ein ziemlich großes rundes Stigma, das vorn am Rande eines Chromatophoren sitzt. Basal ist meist ein großer Leukosinballen. Während das Vorderende des Schwärmers nur wenig formveränderlich ist, ist es das Hinterende sehr, ja es nimmt manchmal direkt pseudopodiale Gestalt an. Leider war der weitere Verlauf der Entwicklung nicht geschlossen. In Übereinstimmung mit Beobachtungen an anderen Chrysosphaeraceen und den Teilbeobachtungen an *Chrysosphaera* selber, gehen wohl aus den zur Ruhe gekommenen Schwärmern die behäuteten Zellen hervor. Zu mindest sah ich zart behäutete Zellen mit dem beschriebenen Chromatophoren und dem Stigma, das dann später verloren ging.

Eine bekannte Art:

Chrysosphaera nitens (Fig. N, O, Taf. 15, Fig. 11).

Borzi bildet auf Tafel XVIII seiner *Phaeococcus*-Arbeit Zellen ab, die sehr weitgehend der Gattung *Chrysosphaera*, wenn auch nicht der hier angegebenen Art entsprechen. Er zieht diesen Organismus, sicher irrigerweise, zu seinem *Phaeococcus Clementi*, einer pamelloid lebenden Cryptomonade. Es ist aber wohl eine *Chrysosphaera* mit einem Chromatophoren.

Es gibt im Süßwasser noch eine Reihe solcher isoliert lebender brauner Algen, zum Teil winziger Größe. Soweit sie Schwärmer mit einer Geißel haben und keine Besonderheit im Chromatophoren (Zerteilung, Pyrenoid) haben, werden sie in diese Gattung eingestellt werden müssen.

Eine dieser Formen ist sehr auffällig. Es sind relativ große kugelige Zellen mit zarter oder fester Membran, die aber viele kleine Chromatophoren haben, deren Ränder leicht umgeschlagen sind. Oft sind so viele Chromatophoren vorhanden, daß sie sich polygonal begrenzen. Im Innern helles Plasma, Oel und Fetttropfen und wohl auch Leukosin. Vermehrung durch Teilung. Schwärmerbildung nicht beobachtet. Vielleicht reduzierte Phaeophycee.

Chrysobotrys

(Fig. P_1, O_1, Taf. 15, 10).

Eine kleine, zu wenigen zusammenlebende, seltener größere vielzellige Aggregate bildende Chrysospaerale.

Die Einzelzellen sind schön kugelig und haben eine relativ zarte Haut, die manchmal mit einer leichten Schleimhülle versehen ist. In der Zelle meist ein schalenförmiger, der Wand anliegender Chromatophor, der scharf begrenzt ist. Ferner ohne Präparation sichtbar kleine Öltröpfchen, manchmal einige davon rot gefärbt, und Leukosinballen, die manchmal sehr groß werden und einen großen Teil der Zelle ausfüllen. Der Kern im Leben nicht sichtbar.

Die Vermehrung erfolgt zumeist dadurch, daß innerhalb der Mutterzelle der Protoplast sich teilt und zwei Tochterprotoplasten bildet, die kugelig werden, sich mit einer Membran umgeben und eine Zeitlang doch nicht sehr lange von der Haut der Mutterzelle zusammengehalten werden. Die Haut der Mutterzelle liegt aber den Tochterzellen eng an und steht nicht locker ab. Dadurch wird bei nicht genauer Beobachtung „echte“ Zweiteilung vorgetäuscht. Die Tochterzellen isolieren sich bald, nur sehr selten bleiben sie auch noch nach der zweiten Teilung beisammen, so daß kleine vierzellige Aggregate entstehen, die sehr bald sich in die Einzelzellen auflösen. Diese Vierertadien sind aber nur sehr selten zu beobachten.

Die Zellen finden sich einzeln, aber auch in vielzelligen, kugeligen, traubigen Zellhaufen, die sehr locker durch wenig Gallerte zusammengehalten werden. In solchen Zellhaufen sind manchmal bis hundert Zellen vereinigt. Solche Zellhaufen entstehen, wie ich sah, auch wenn die Alge auf Platten mit festem Nährboden aufgeht.

Gelegentlich werden aber auch bewegliche Stadien gebildet: der Inhalt der Zelle tritt dann — soweit ich beobachten konnte ungeteilt, nur wenige Male sah ich vorhergehende Teilung — in der Form eines kleinen Schwärmers (mit dem Hinterende voran) aus. Die Schwärmer sind eiförmig, vorn vielleicht leicht ausgerandet, haben einen Chromatophoren, der in seiner Lage von Seitenständigkeit bis zur Grundständigkeit schwankt, kein Stigma (soweit ich sehen konnte) und eine vorn gelegene kontraktile Vakuole. Ich konnte mit Sicherheit nur eine Geißel feststellen, möchte aber die Existenz einer zweiten Geißel nicht ausschließen, für welche die manchmal kenntliche leichte vordere Ausrandung und außerdem die Bewegung der Schwärmer spricht, die nicht ganz der Bewegungsweise eingeißeliger Schwärmer entsprach. Die Bildung der unbeweglichen Zellen durch die Schwärmer konnte nicht beobachtet werden, die Schwärmer waren sehr empfindlich und gingen nach kurzer Zeit immer zugrunde.

Andere Stadien, Palmellen rhizopodiale oder encystierte Formen kamen nicht zur Beobachtung. Natürlich sind alle drei wahrscheinlich.

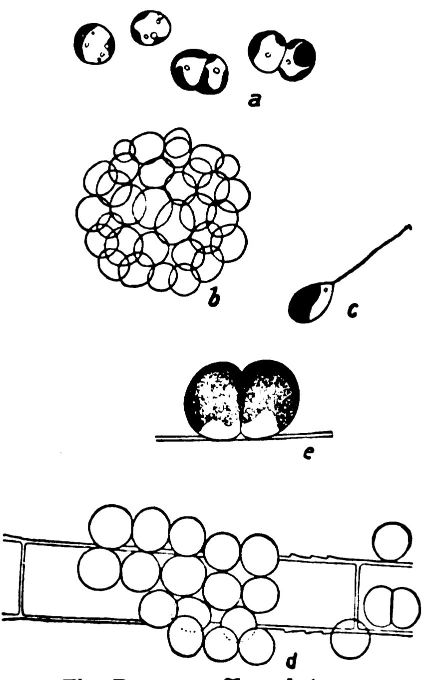


Fig. P_1 a—c. *Chrysobotrys*. Oben Einzelzellen und Teilungsstadien; darunter kleine Kolonie; rechts eingeißeliger Schwärmer (*Chromulina*-Typus). d, e *Epichrysis*.

Die Alge scheint sehr häufig und im ausgewachsenen Zustande nicht einmal sehr empfindlich zu sein. Ich sah sie wiederholt in frischen Proben, sie hält sich auch eine Zeitlang in flüssigen Medien und bildet auch auf Agar (mit Beneckelösung angesetzt) kleine lockere braungelbe Kolonien. Die auf Agar wachsenden Zellen der Alge waren um ein Unbedeutendes größer als die im Freilande beobachteten. Der Unterschied betrug an 2 μ.

Die Zugehörigkeit zu den Chrysophyceen ist, trotzdem nicht alle Stadien beobachtet werden konnten, zweifellos.

In der Voraussetzung, daß die erwähnten Größenunterschiede an den beobachteten Formen keine spezifischen Unterschiede darstellen, ist bis jetzt von *Chrysobotrys* nur eine Art bekannt:

Chrysobotrys parvula

mit den Charakteren der Gattung.

Zellen 8 μ groß. Am Grunde stehender Gewässer, zwischen anderen Algen verbreitet, doch immer übersehen. Altwässer bei Prag, Hirschberger Großteich, Böhmerwald, Tümpel in Schleswig-Holstein; Heustadelwasser im Prater bei Wien (Geitler — auf Agarplatten, die mit Proben aus diesem Gewässer beimpft waren). (Fig. O_1, Taf. 15, Fig. 10).

Es gibt außer dieser beschriebenen Gattung sicher auch noch andere Formen in unseren Gewässern. So eine ganz kleine mit Zellen, die nur halb so groß sind, wie bei *Chrysobotrys parvula.* Dann eine Form mit etwas länglichen Zellen. Ich sah diese Formen nur in wenigen Exemplaren und ohne Kenntnis der Entwicklungsgeschichte und der Schwärmer vermag ich nichts Abschließendes zu sagen.

Auch im Plankton gibt es derart kleine isoliert oder nur zu zweien oder vieren lebende Formen. Sie sind aber sehr empfindlich und sterben gewöhnlich in kürzester Zeit ab. In fixierten Proben sehen sie natürlich grün aus. Andere bilden traubige Zellaggregate aus sehr kleinen (2—4 μ großen) Zellen.

Epichrysis

(Fig. Q_1—T_1, Taf. 15, Fig. 13).

Die durch ihr Vorkommen auffallende Alge lebt epiphytisch, kommt allem Anscheine nicht selten vor und es ist wohl nur dem Umstande, daß die Botaniker bei Süßwasseralgen so völlig auf die Grünalgen eingestellt sind, zuzuschreiben, daß sie nicht weiter beachtet wurde. Das erstemal kam sie in Mugrau im Böhmerwalde und dann wieder in Hirschberg in Böhmen gelegentlich eines Einführungskursus in die Hydrobiologie, der an der dortigen Hydrobiologischen Station im Sommer 1923 abgehalten wurde, zur Beobachtung. In beiden Fällen war das Vorkommen gleich — kleine Wiesengräben mit *Oedogonium*-Watten und einigen *Microspora* und *Tribonema*-Fäden.

Die Alge lebt epiphytisch auf *Oedogonium* (*Microspora, Tribonema*), oft in ganz dichten Massen die Alge rundherum umgebend, so daß sich die einzelnen Zellen der braunen Alge gegenseitig abplatten,



und vom *Oedogonium*-Faden selber stellenweise wenig zu sehen ist. Besonders an den Enden der Fäden kommt es zu solch mächtigen Vorkommnissen der Alge.

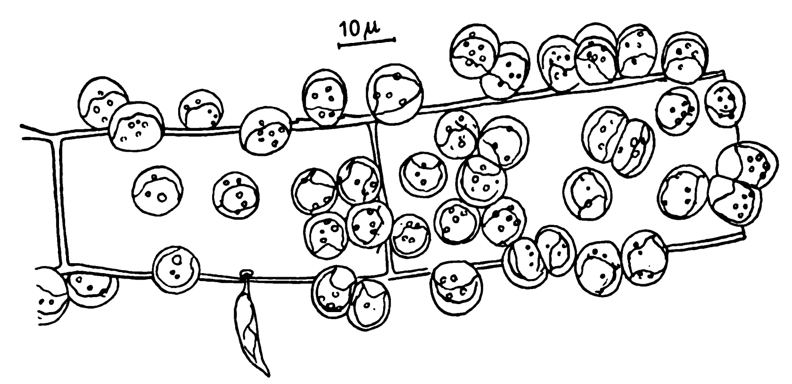
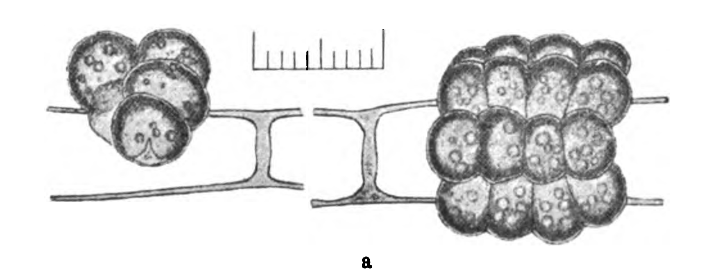


Fig. Q_1. *Epichrysis paludosa.* Endstück eines abgebrochenen *Oedogonium*-Fadens, dicht besetzt mit *Epichrysis*-Zellen, einzeln, zu zweien oder auch zu vieren. Auf der unteren Seite ein gestrecktes, gestieltes, mit einem Haftscheibchen versehenes *Characium*.



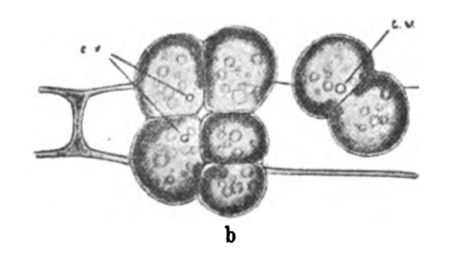


Fig. R_1.
Epichrysis paludosa auf *Tribonema*.
c.v. = kontraktile Vakuolen, auffallend dichtes Wachstum. (Nach Korschikoff.)

Die einzelne Alge ist kugelig, soweit sie nicht von ihren Nachbarzellen abgeplattet wird und hat eine ziemlich derbe Membran. Der Inhalt der Zellen besteht aus einem großen wandständigen meist scheitelständigen Chromatophoren, dessen Ränder manchmal leicht umgeschlagen sind, wodurch manchmal der Eindruck erzeugt wird,

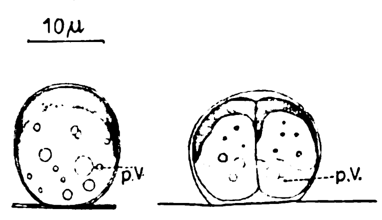
als wären mehrere kleinere, dunklere Chromatophoren vorhanden. Manchmal sind die Chromatophoren lappig, immer sind sie „wand“-ständig. Vom übrigen Zellinhalt ist nicht sehr viel zu unterscheiden. Öl und Fetttröpfchen, die sich mit Sudan III rot färben und manchmal, doch nicht immer und dann noch in sehr alten Zellen, stark glänzende Ballen entweder groß und dann in der Einzahl, oder in mehrere zerteilt — die nach ihrem ganzen Verhalten als Leukosin angesprochen werden müssen. Die Zellen sind im ausgewachsenen Zustand 8—10 μ groß und zeigen in gesundem Zustande ein lebhaftes, fast glänzendes Gelb-Braun und sind besonders im Gegensatze zu den lebhaft grünen *Oedogonium*-Fäden recht auffallend.

Bei oberflächlicher Betrachtung macht es den Eindruck als läge bei der Vermehrung einfache Zweiteilung vor. Bei genauer Betrachtung geteilter Formen, die noch eine Zeitlang zusammengehalten werden, bemerkt man, daß die Membran an solchen Stadien geschichtet ist. Tatsächlich erfolgt die Teilung so, daß der Protoplast der Zelle sich teilt, während die Zellhaut der Mutterzelle sich etwas dehnt; dann umgibt sich jeder Teilprotoplast mit seiner eigenen Haut, während die Mutterzellhaut an dieser Bildung der neuen Membranen unbeteiligt die beiden aneinandergelagerten Tochterzellen eng umschließt und sie noch einige Zeit zusammenhält. Erfolgt in diesen Tochterzellen nochmals auf die gleiche Weise Teilung, so kommen Gruppen von vier Zellen zustande, von denen jede ihre eigene Membran hat, die zu zweien eng umschlossen werden von den Zellhäuten der Tochterzellen erster Ordnung, während die ganze Gruppe eingehüllt wird von der Zellhaut der Ausgangszelle. Diese enge Übereinanderlagerung der einzelnen Membranfolgen ist manchmal sehr schön zu sehen und unter günstigen Vegetationsbedingungen, in denen die Teilungen relativ rasch aufeinanderfolgen, besteht fast die ganze Ansammlung unserer braunen Alge aus Zweier- und Vierergruppen und erinnert lebhaft an die Viererstadien gewisser Grünalgen.

Mit der Zeit und insbesondere durch die aufeinanderfolgenden weiteren Teilungen verschwinden die äußeren Zellmembranen und die einzelnen Zellen isolieren sich.

Im Protoplasten ist die bevorstehende Teilung deutlich zu erkennen. Der Chromatophor hat sich geteilt und diese mit zwei Chromatophoren versehenen Zellen fallen sehr auf. Manchmal teilen sich fast alle Zellen eines Algenfadens fast zu gleicher Zeit; es macht dann den Eindruck, als wären in charakterisierender Weise immer zwei Chromatophoren vorhanden.

Eine merkwürdige Tatsache sei hier ausdrücklich erwähnt. Sehr häufig geschieht es, daß bei diesen ersten Stadien der Protoplastenteilung auch die Vakuolen gebildet werden und die beiden Protoplastenteilstücke besitzen dann je zwei kontraktile Vakuolen. Es ist sicher, daß damit die Bildung von Schwärmern eingeleitet wird. Die Schwärmerbildung wird aber nicht durchgeführt, sondern gehemmt: die beiden Protoplasten treten nicht aus, sondern werden noch in der Mutterzelle zu neuen Zellen, die sich mit einer Haut umgeben. Solche Vorkommnisse sind aber von der größten Bedeutung für die Auffassung der Zellteilung der Algen als gehemmte Schwärmerbildung. Sie sind mir ein wichtiger Beleg für meine 1925 in meiner Abhandlung über die morphologische Entwicklung der Flagellaten zu Algen wiedergegebene Behauptung, daß nirgends bei den Algen eine echte Zweiteilung vorliegt, sondern die Zweiteilung hier nur Autosporenbildung (zu zweien) innert der Mutterzelle darstellt.



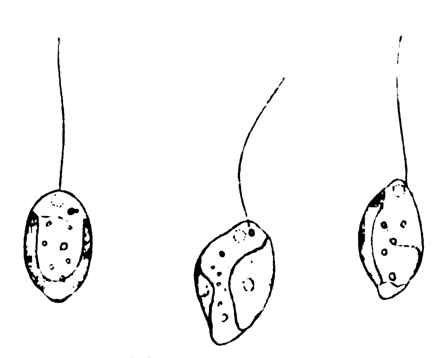


Fig. S_1. *Epichrysis*. a) Einzelzelle, wandständiger großer Chromatophor; p.v. = pulsierende Vakuolen. b) Teilungsstadium. Protoplast bereits geteilt. c) Schwärmer von *Epichrysis* (wahrscheinlich *Chromulina*-Typus).

Es muß hier auf einen weiteren Umstand verwiesen werden. Bei *Epichrysis* erfolgt das Heranwachsen der jungen Zellen zu ausgewachsenen manchmal recht langsam. Oft behalten die Zellen, obwohl bereits mit einer zarten Haut umgeben, noch lange die kontraktilen Vakuolen bei, und da, wie bereits erwähnt, die Teilungen oft alle Zellen eines Vorkommens betreffen, so ist dann oft eine große Menge von jungen Zellen vorhanden, die alle kontraktile Vakuolen haben. Wenn die Teilungen recht rasch hintereinander verlaufen, dann bleiben die kontraktilen Vakuolen in mehreren aufeinanderfolgenden Generationen erhalten. Später verschwinden, falls die Zellen nicht vorher ausschwärmen, diese kontraktilen Vakuolen ganz, ohne daß die Membran viel dicker geworden wäre. Es scheint für das Bestehenbleiben der kontraktilen Vakuolen auch nicht die

quantitative Veränderung an der Membran das Maßgebende zu sein, sondern die qualitative. Dieses lange Erhaltenbleiben der kontraktilen Vakuolen ist eine sehr auffallende Erscheinung und zeigt ebenfalls, wie die Zellteilung der cellulären Algen eng verknüpft ist mit der ursprünglichen Schwärmerbildung und eigentlich nur eine Hemmung derselben darstellt.

Schwärmerbildung.

Bei der ersten Beobachtung der Alge sah ich in einigen wenigen Fällen auch die Bildung schwärmender Stadien. Die Schwärmer wurden in den beobachteten Fällen mit und ohne vorhergehende Protoplastenteilung gebildet. Im Protoplasten sah man als erstes Zeichen neben dem Auftreten kontraktiler Vakuolen fast unmerklich, dann aber immer deutlicher das Stigma auftreten, dann erfolgten deutlich Bewegungen des Protoplasten innert der Zelle, die immer lebhafter wurden, schließlich trat an einer nicht bestimmt gelagerten Stelle der Schwärmer heraus, der einen Chromatophoren hatte, das Stigma in der vorderen Hälfte und soweit ich sehen konnte zwei kontraktile Vakuolen. Es scheint, daß eine einzige etwas seitlich ansitzende Geißel da ist, ich kann aber die Existenz einer zweiten kleinen

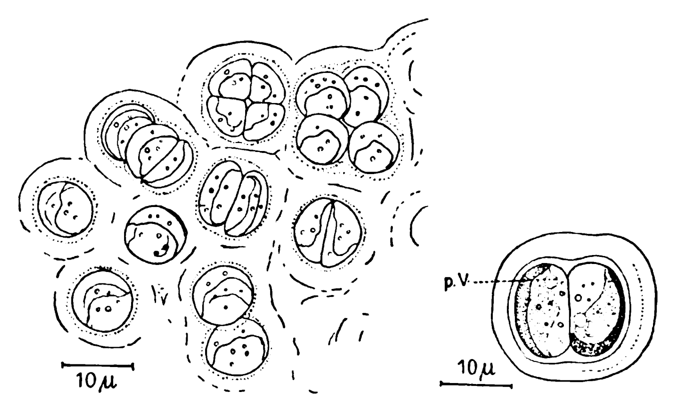


Fig. T_1. *Epichrysis.* Aus Schwärmern hervorgegangenes, palmelloides Stadium mit abgerundeten Protoplasten, die, mit leichten Gallertschichten versehen, in voller Teilung sind. Daneben Teilungsstadium vergrößert. (p.v. = pulsierende Vakuolen.)

Nebengeißel nicht ganz ausschließen, obwohl sie mir nicht zur Beobachtung kam. Es war aber bei dem geringfügigen Materiale nicht möglich, einwandfreie Prüfungen vorzunehmen, die ja gerade bei den so zarten Geißeln der Chrysomonaden nicht leicht sind und ziemlich viel Material erfordern. Sind die Beobachtungen richtig, dann hätten

die Schwärmer *Chromulina*-artiges Aussehen. Sie waren ziemlich formveränderlich und bei normaler Ausbildung eiförmig, basal abgerundet, vorn leicht verschmälert.

Diese Schwärmer schwärmten nicht lange, gewöhnlich nur einige wenige Minuten, ja nur Sekunden und setzten sich dann wieder an einer Stelle der *Oedogonium*-Fäden fest. Man konnte deutlich sehen, wie die Gestalt zuerst immer mehr kugelig wurde, dann wurde basal eine ganz dünne hyaline Schicht ausgeschieden, mittels der der Schwärmer festhaftete, die Geißel war verschwunden, dann war plötzlich eine sehr zarte Membran da. Das Stigma blieb aber noch eine Zeitlang erhalten, in den feuchten Kammern war es noch am zweiten Tag an einzelnen solcher Zellen zu sehen, der Besitz des Stigmas in abgerundeten, festsitzenden Zellen war direkt ein Zeichen für ihre Jugendlichkeit. Ebenso blieben manchmal lange die kontraktilen Vakuolen erhalten.

Palmellen und Cysten.

Zu diesen kugeligen Zellen auf *Oedogonium* gehörten aber auch mit Sicherheit andere Ausbildungsweisen, die sich im einen Vorkommen mitfanden:

Palmelloide nicht sehr vielzellige Massen, aus einer nicht oder nur schwach geschichteten Gallerte bestehend, in der kugelige Zellen lagen. Diese Zellen waren im Protoplasten völlig identisch mit den festsitzenden Zellen, hatten die gleichen Chromatophoren, ebenfalls die führenden Vakuolen, oft auch das Stigma und genau dasselbe Aussehen. In der Gallerte teilten sie sich, wenigstens waren einzelne Teilungsstadien zu sehen. Diese Palmellastadien hatten die Form kleiner freischwimmender Flocken von unregelmäßiger Gestalt. Daß sie sicher zu *Epichrysis* gehörten, geht abgesehen von der gleichen Morphologie der Zelle auch daraus hervor, daß aus ihnen manchmal die Protoplasten als kleine eingeißelige Schwärmer ausschlüpften, die völlig mit den Schwärmern von *Epichrysis*, die ich oben beschrieben habe, übereinstimmten und die auch nach kurzer Schwärmzeit entweder sich abrundeten, mit einer Gallertschicht umgaben und durch Teilungen neue Gallertlager bildeten, oder aber sich auf *Oedogonium* festsetzten und zu festsitzenden Zellen wurden. Das letztere wurde einige Male beobachtet.

In diesen Gallertlagern fanden sich aber auch die Cysten. Diese Cysten waren ausgesprochene Chrysomonadencysten, kugelig mit glatter Schale, einem Porus und einem in diesem Falle relativ kleinen

Stopfen im Porus. Fast regelmäßig war auch ein sehr großer Leukosinballen vorhanden, kleine rötliche Tröpfchen und die zwei Chromatophoren. Damit erwies sich, abgesehen von allen anderen Hinweisen, unsere Alge als ganz sichere Chrysophycee.

Die Keimung der Cysten konnte ich nicht sehen. Wahrscheinlich werden (es wäre dies ganz analog der Keimung der Cysten anderer Chrysomonaden) in den Cysten entweder ohne oder mit Teilungen Schwärmer gebildet.

Nach Abschluß des Manuskriptes ersehe ich aus der mir vom Autor zugeschickten Arbeit von Korschikoff, daß auch er diese Alge bereits studiert hat. Seine nicht vollständigen Beobachtungen beziehen sich nur auf die festsitzende Zelle, die ihm anscheinend nur in jüngeren Zellen untergekommen ist. Die Beschreibung dieser festsitzenden Formen deckt sich völlig mit meinen Angaben. Er konnte aber weder die Einzelheiten der Teilung, keine Schwärmerbildung, auch nicht die Cysten und auch nicht die Palmellen beobachten, ebensowenig wie die rhizopodialen Abbildungen der Schwärmer.

Dagegen gibt er an, daß die von ihm beobachteten Zellen kontraktile Vakuolen hatten, ähnlich wie ich sie im vorstehenden beschreibe, daß die kontraktilen Vakuolen lange erhalten bleiben. Ausgewachsene Zellen ohne Vakuolen scheinen ihm nicht vorgelegen zu sein. Das geht auch daraus hervor, daß er ausdrücklich angibt, er hätte kein Leukosin gesehen, das meist erst in ausgewachsenen Zellen in größeren Mengen abgeschieden wird.

Korschikoff nennt unsere Alge *Phaeocapsa.* Ich behalte aber für sie trotzdem den hier gebrauchten Namen *Epichrysis* bei und zwar aus folgendem Grunde: Der Name Phaeocapsaceae bezieht sich auf eine Algenreihe, die die Tetrasporalen-Reihe der Cryptomonaden darstellt, also mit den Chrysomonaden gar nicht verwandt ist. Korschikoff verwendet daher für eine Chrysomonade einen Namen, der eindeutig auf eine ganz andere Pflanzengruppe hinweist und damit zu Verwechslungen und Irrungen Anlaß gibt. So möchte ich den irreführenden Namen *Phaeocapsa* für unsere Alge ganz vermieden sehen und bleibe bei dem Namen *Epichrysis*; dagegen übernehme ich den Artnamen, den Korschikoff der Alge gegeben hat.

Eine Art

Epichrysis paludosa (Korschikoff) Pascher
(Fig. Q_1—T_1, Taf. 15, Fig. 13).

Auf *Oedogonium,* seltner auf *Microspora* und *Tribonema,* vielleicht auch auf anderen Algen.

Bis jetzt Böhmerwald: Wiesengräben bei Mugrau, Hirschberg in Böhmen: Großteich; in der Umgebung der Borodinischen Biologischen Station am Sseliger-See, Bezirk Twer (Korschikoff).

Vielleicht gehören auch noch zwei andere Algen zu den Chrysosphaeralen.

Stichogloea Chodat: kleine treibende Gallertlager, in denen etwas längliche Zellen mit einem oder zwei Chromatophoren eingelagert sind. Die Chromatophoren sind olivgrün bis bräunlich. Keine Stärke. Die Einzelzellen durch kleine basale Gallertstielchen verbunden und annähernd radiär orientiert.

Die Alge ist in ihrer Stellung sehr unklar. Sie scheint identisch zu sein mit *Oodesmus* Schmidle. Sie muß noch genau untersucht werden. Ich stellte sie in meiner Bearbeitung der Heterokonten in der Süßwasserflora von Deutschland usw. bei den Heterococcalen, allerdings als nicht gesichert ein. Vergleiche das in meiner Heterokontenbearbeitung (Süßwasserflora Bd. XI) über *Stichogloea* Angegebene.

Ferner erwähnt G. M. Smith in seinem Buche über das Plankton der Seen Wisconsins einen *Phaeococcus planktonicus*: treibende kugelige bis ellipsoidische Gallertlager, in denen kugelige bis etwas flache, fest behäutete Zellen liegen, die zwei braune Chromatophoren haben.

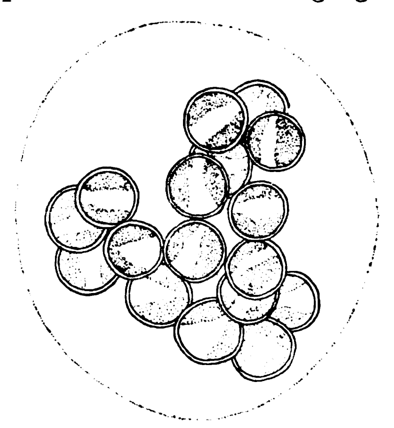


Fig. U₁.
Sphaerochrysella = (*Phaeococcus planktonicus* G. M. Smith).
Nach G. M. Smith.

Sicher ist, daß diese Alge nichts mit dem *Phaeococcus*, welche Gattung Borzi beschrieb, zu tun hat. Diese Gattung ist eine palmelloide Cryptomonade, die zu den Phaeocapslaen gehört und von welcher auch im Meere Arten vorhanden sind. Die Smith'sche Alge stimmt auch mit keiner anderen Chrysosphaerale überein, und da Smith ausdrücklich von differenzierten Membranen spricht, so scheint es sich um eine Chrysosphaerale zu handeln, die ähnlich *Dictyosphaerium* die festbehäuteten Zellen in Gallertlagern vereinigt hat. *Chrysobotrys* ist nicht von Gallerte überschichtet, *Epichrysis* und

Chrysosphaera sehen in ihrer Morphologie anders aus. So bestünde eine gewisse Ähnlichkeit nur mit der Chodat'schen Gattung *Phaeogloea*, die aber nicht genügend beschrieben ist und von der ich nicht sagen kann, ob sie planktontisch lebt. Für *Phaeogloea* hat Chodat das Vorkommen *Ochromonas*-artiger Schwärmer nachgewiesen. Schwärmer hat Smith bei seinen *Phaeococcus planktonicus* nicht gesehen. Ich würde es für das Beste halten, diese planktontischen, kleine Gallertlager bildenden Algen, die aus braunen behäuteten Zellen gebildet werden, soweit sie zu den Chrysosphaeralen gehören, in eine Gattung zusammenzufassen. In diese Gattung müßte auch die Smith'sche Alge zu stehen kommen. In meinen Notizen habe ich dafür den Namen ***Sphaerochrysella*** gebraucht (*Sphaerochrysella planktonica* = *Phaeococcus planktonicus* Smith).

Hier sei auch die unsichere Familie der ***Chrysostomataceae*** erwähnt, die Chodat (Mat. pour l'hist. Alg. de Suisse) beschrieben

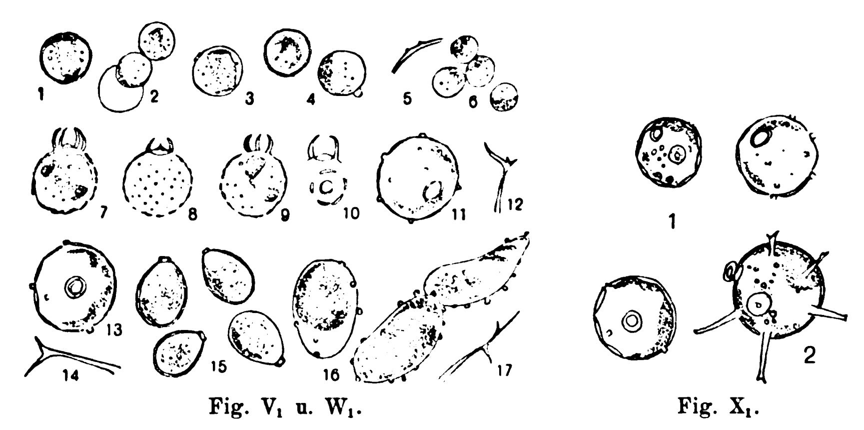


Fig. V_1 u. W_1. Fig. X_1.

Fig. V_1. *Chrysostomataceae.* 1—6 *Chrysostomum simplex*; 7—10 *Clathrostomum perlatum*; 11—13 *Chrysostrella breviappondiculata*; 12—17 Stacheln von *Chrysastrella paradoxa*; 15 *Phaeocitrus colliger*; 16 *Selenophaea granulosa* (nach Chodat).
Fig. W_1. *Chrysostomataceae* (nach Chodat).
Fig. X_1. *Chrysostomataceae.* 1. Drei Zellen von *Chrysastrella breviappendiculata.* 2. *Chrysastrella paradoxa* (nach Chodat.)

hat. Es handelt sich um Formen, die den bekannten Kieselcysten der Chrysomonaden völlig gleich sind, die Chodat aber in diesem Falle nicht als bloß vorübergehende Ruhestadien sondern als die eigentlich vegetativen Zustände deutet. Es würde sich also nach Chodat um Formen handeln, bei denen das vegetative Leben auf die Dauerstadien verlegt sei. Nun kennen wir tatsächlich solche Verhältnisse bei anderen Flagellatenreihen. Bei den Dinoflagellaten

kennen wir z. B. Gymnodinien, die das vegetative Leben fast ganz in der zweihörnigen Cyste verleben und aus dieser nur gelegentlich die Schwärmer bilden, während die meisten Gymnodinien die längste Zeit als Schwärmer leben und nur gelegentlich die Cysten bilden. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß dies auch bei den Chrysomonaden statthaft und es tatsächlich hier Formen gibt, die zumeist als Cyste leben und die Schwärmer nur vorübergehend bilden, bei denen also das Cystenstadium die Alge darstellen würde. Die Beobachtungen CHODAT's reichen aber nicht völlig aus, um dies bei den von ihm beschriebenen Formen der *Chrysostomataceae* zu beweisen. Ich möchte daher die genannte CHODAT'sche Familie nur als unsicher und nicht bewiesen hinstellen und sie nur mit dieser ausdrücklichen Einschränkung bei den Chrysosphaerales erwähnen. Ich habe die von CHODAT beschriebenen Gattungen ausführlich in diesem Archive, in der Abteilung „Neue und wenig bekannte Flagellaten" wiedergegeben. Auf diese Darstellung sei hier verwiesen. Es handelt sich um die CHODAT'schen Gattungen *Chrysostomum*, *Clathrostomum*, *Phaeocitrus*, *Selenophaea*, *Chrysastrella*.

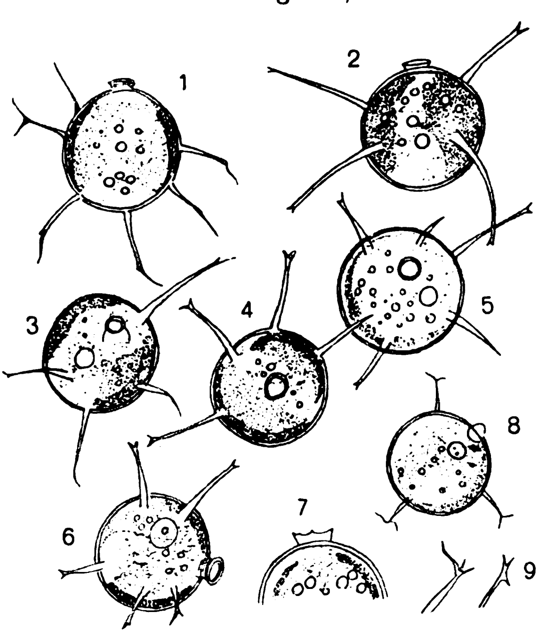


Fig. Y_1. *Chrysostomataceae*.
1—7. *Chrysostrella paradoxa*. 8. *Chrysostrella minor* (nach CHODAT).

Am ehesten wäre an eine wirklich selbständige Gattung zu denken bei *Selenophaea*. Dagegen scheint mir speziell *Chrysastrella* nichts anderes zu sein als typische Chrysomonadencysten mit den charakteristischen bäumchenförmig verzweigten Anhängen.

Bei ***Selenophaea*** handelt es sich nach der etwas zu kurzen Diagnose CHODAT's um mehr oder weniger nierenförmige Zellen, mit zarter Haut, die außenwarzig verdickt ist, wie es auch bei gewissen

Chromulinen der Fall ist. Ein, vielleicht auch zwei Chromatophoren, in der Form eines leicht schraubigen Bandes. Mit einer Art

Selenophaea granulosa Chodat.

Zellen 12 dick bis 18 lang. Etwas zusammendrückt. Aus dem Wallis.

Chrysocapsales.

Chrysophyceen, deren vegetatives Leben sich in unbeweglichen gallertumhüllten Zustande abspielt, deren primitive Ausbildungsweisen an den Zellen noch Stigma und Vakuolen zeigen. Der Ordnung der Tetrasporalen unter den Chlorophyceen und der der Heterocapsalen unter den Heterokonten analog. Sichere Gattungen: *Chrysocapsa*, *Gloeochrysis*, *Chrysosaccus*, *Phaeosphaera*, *Tetrasporopsis*, *Phaeocystis*, *Phaeogloea* (vielleicht Chrysosphaerale), *Naegeliella*, *Hydrurus*. [1])

Chrysocapsa Pascher

(Fig. Z_1, Taf. 15, Fig. 9).

Mit diesem Namen bezeichnete ich seinerzeit gallertige, meist kugelige bis ellipsoidische Lager, in denen unbewegliche braune Chrysomonadenzellen eingelagert sind, die sich durch lebhafte Teilung der Zellen sehr rasch vergrößern können. Die Gattung entspricht ungefähr *Glopococcus* unter den Grünalgen. Meistens ist bei *Chrysocapsa* die Gallerte strukturlos, es bildet aber bei der Teilung jede neue Zelle eine eigene Gallerthülle aus. Das marine Gegenstück zu *Chrysocapsa* ist *Phaeocystis*, deren Gallertlager oft traubig zusammengesetzt sind, dabei ziemlich groß werden können und im Meere treiben. Ebenso ist *Chrysocapsa* teilweise Planktont, andere Arten sitzen verschiedenem

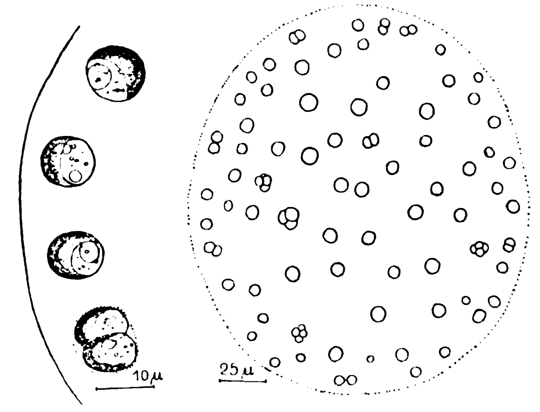


Fig. Z_1. *Chrysocapsa planktonica.* Rechts Kolonie; links Rand der Kolonie mit Einzelzellen.

[1]) Über die von Lemmermann beschriebene braune Algengattung *Phaeoschizochlamys*, von der ich weder eine Abbildung sah noch die Diagnose einsehen konnte, sind wohl noch Untersuchungen nötig.

Substrate auf, lösen sich aber unter Umständen ab. Im Süßwasser sind verschiedene Formen vorhanden, die aber meistens noch nicht genau bekannt sind. Vor allem fehlt in den meisten Fällen die Kenntnis der beweglichen Stadien.

Beschrieben sind bis jetzt unvollständig zwei Arten. Die eine *Chrysocapsa paludosa* wurde von WEST als *Phaeococcus paludosus* beschrieben. Nun ist die von BORZI aufgestellte Gattung *Phaeococcus* mit den Cryptomonaden verwandt und steht zu den Chrysomonaden in keinen Beziehungen, so mußte die von WEST beschriebene Art hierher versetzt werden. WEST bildet kleine nicht sehr vielzellige Gallertklümpchen ab, in denen längliche Zellen anscheinend mit zwei Chromatophoren und einem Stigma liegen, außerdem verkehrt eiförmige, anscheinend formveränderliche Schwärmer mit zwei körperlangen Geißeln, die ungleich zu sein scheinen.

Ferner finden sich im Frühjahr in den Schmelzwässern kleine kugelige bis ellipsoidische Gallertlager, mit sehr kleinen, mehr peripher orientierten Zellen, die einen immer nach außen orientierten Chromatophoren haben, kein Stigma, dagegen eine kontraktile Vakuole. Die Protoplasten können sich aus der Gallerte herausbohren und bilden dann kleine kugelige Schwärmer, die sehr formveränderlich sind, einen basalen Chromatophoren haben und eine lange, feine Geißel, die einigemal länger ist als der Protoplast. Diese kleinen *Chromulina*-artigen Schwärmer bewegen sich sicher nicht sehr lange; die Geißel wird abgestoßen, die Zelle umgibt sich mit einem Gallerthof, bald tritt die erste Teilung ein und durch weitere Teilungen entsteht das Lager. Diese kleine treibende *Chrysocapsa*-Art — *Ch. planktonica* (PASCHER, Süßwasserflora Heft II, S. 86) ist sehr labil, oligo- und sthenotherm. Im fixierten Materiale ist sie unkenntlich.

Es gibt noch eine Reihe hierhergehöriger Formen, die bei der Unkenntnis ihrer Ökologie nur gelegentlich gesehen werden und keine weitere Beachtung finden. Deshalb sei hier auf sie aufmerksam gemacht.

So kommt in Schmelzwässern der Moore eine große Form vor mit Zellen, die 12—14 μ messen, gewöhnlich zu 8—16 in Gallertkugeln leben, einen großen muldenförmigen Chromatophoren ohne Stigma, dagegen zwei pulsierende Vakuolen haben. Eine andere Art sitzt flockig-kugelig Wassermoosen auf. [1])

---

[1]) Über eine neue Chrysocapsalen-Gattung, die nicht mit der *Chromulina*-Reihe, sondern mit der ebenfalls eingeißeligen *Chrysapsis*-Reihe in Zusammenhang steht und im Brackwasser lebt, wird CONRAD demnächst berichten.

Ich möchte *Chrysocapsa* auf jene Formen beschränken, die im Schwärmstadium nur eine Geißel haben. Dagegen die Formen mit *Ochromonas*-artigen Schwärmer, von denen ich eine einmal unvollständig beobachtet habe, ausschließen. Ob zu letzteren *Phaeogloea* Chodat gehört, ist fraglich.

In dieser Umfassung müßte auch die West'sche Alge — *Chrysocapsa paludosa* — aus der Gattung herausgenommen werden. Hier müssen Detailstudien entscheiden.

Gloeochrysis

(Fig. A_2, B_2, Taf. 15, Fig. 8).

Dieser Organismus erinnert lebhaft an derbhäutige *Gloeocystis*-Stadien wie sie von manchen Chlamydomonaden ausgebildet werden, von derben Gallerthüllen umgebene, unbeweglich gewordene Monaden, die aber oft noch lange, oft immer die kontraktilen Vakuolen und das Stigma beibehalten.

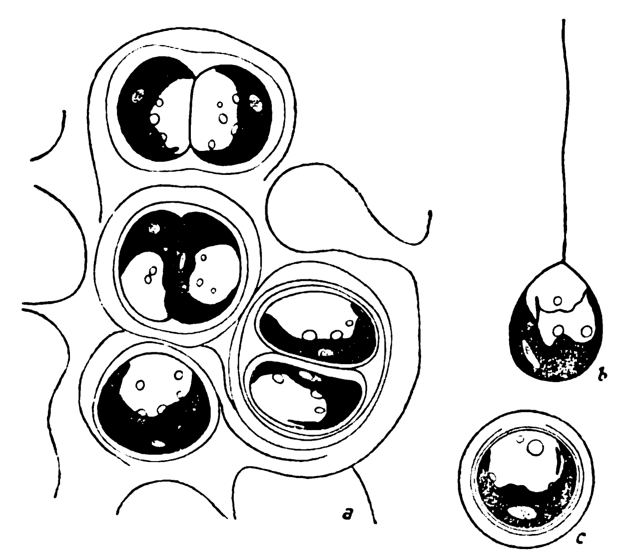


Fig. A_2. *Gloeochrysis*. 1. Teil eines Lagers, Protoplasten mit großem Chromatophor, die eine pyrenoidartige Verdichtung haben; Einzelzellen mit Gallertschichten; stellenweise die Protoplasten ausgetreten. 2. Schwärmer. 3. Zur Ruhe gekommener Schwärmer mit Stigma und kontraktilen Vakuolen; mit zarter geschichteter Gallerte umgeben.

Es sind derbe 8 bis 16 und noch mehrzellige Lager, deren Gallerthüllen entsprechend den Teilungsfolgen ineinander geschachtelt sind. Oft liegen die Schichten dicht aneinander, oft aber sind die

einzelnen Schichten verquollen und die Zellen haben sehr weite Gallerthöfe. Im ersten Falle mit derben engen Gallerthüllen platten sich die Zellen nach der Teilung sehr ab und werden nur selten kugelig, ja sie werden oft völlig polygonal und die einzelnen Zellen stehen mit ihren Gallerthüllen förmlich pflasterartig nebeneinander. In diesem Falle besitzen die Zellen meist kein Stigma und keine Vakuolen, trotzdem wäre es aber falsch anzunehmen, es handele sich hier um ein Ruhestadium, denn es erfolgt immer noch lebhaft Teilung. In der ersten Form, aber mit weitabstehenden lockeren Gallerthüllen bleibt Stigma und Vakuolenspiel erhalten. Die letztere Form kann in die erste übergehen, dagegen sah ich niemals, daß die Formen mit derben engen Gallerthüllen ohne Stigma und Vakuolen sich direkt in die lockeren Kolonien umwandeln. Letzte können nur auf dem Umwege über die Schwärmer wieder solche Kolonien bilden. Beide Lagerformen sind natürlich von äußeren Faktoren bedingt. Die Form mit den derben engen Gallerthüllen ist resistenter. Die mit weiteren lockeren Gallerthöfen tritt in Zeiten reichlicher Teilung und vor allem tieferer Temperatur auf.

Der Protoplast ist sehr charakteristisch. Der gelbbraune Chromatophor ist sehr groß und muldenförmig, am Rande oft gelappt und basal stark verdickt. Oft liegt der Chromatophor an der nach außen gewendeten Seite der Zelle. Im basalen verdickten Teile findet sich ein dichter, heller, stark glänzender Körper eingebettet, der manchmal breit und linsenförmig ist. Solche Gebilde wurden bereits mehrfach bei Chrysomonaden gefunden, sie werden, obwohl sie etwas ganz anderes sind, mit dem Namen Pyrenoide bezeichnet. Dieses „Pyrenoid“ ist bei dieser Alge ganz besonders groß und auffallend.

Manchmal sind auch, besonders in größeren Zellen, zwei solcher Pyrenoide vorhanden. Vielleicht ist aber in diesen Zellen, die vielleicht vor der Teilung stehen, das Pyrenoid in der Teilung vorausgeeilt. Manchmal ist aber dieses Pyrenoid sehr undeutlich. Das trifft besonders bei den derbgallertigen, Vakuolen- und Stigmen-losen, Ausbildungen zu. Die ganze Frage nach diesen Pyrenoiden der Chrysomonaden bedarf dringendst einer genauen Behandlung; die Untersuchung muß im Zusammenhange mit den homologen Gebilden der Diatomeen vorgenommen werden.

Ferner treten in den Zellen große Leukosinballen auf und oft in Unmengen Öle und Fette, die aber nicht alle Fettreaktion geben und auch nicht wie das Leukosin verschwinden.

Die Zellen haben ferner in den erwähnten Vereinigungen mit lockeren Gallerten zwei kontraktile Vakuolen und ein ziemlich großes

Stigma. Es sei bemerkt, daß sich bei der Umwandlung der lockergallertigen Formen zu den derbgallertigen das Stigma länger zu halten scheint als die kontraktilen Vakuolen. Soweit ich sehen konnte, wird bei der Teilung das Stigma nicht geteilt, es verschwindet vorher und die beiden Stigmen der Tochterzellen werden neu gebildet.

In beiden erwähnten Ausbildungsweisen werden Schwärmer gebildet. Soweit die in Frage kommenden Zellen nicht bereits Stigma und Vakuolen haben, entstehen sie vorher, der Schwärmer zeigt noch in der Mutterzelle lebhafte Bewegung und tritt meistens mit dem Hinterende voran aus. Nicht alle Zellen eines Lagers bilden Schwärmer, ebenso erfolgt die Schwärmerbildung mit und ohne Protoplastenteilung.

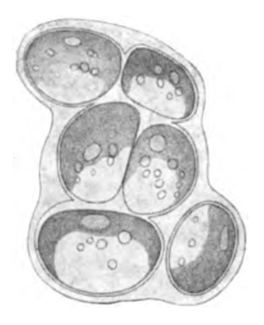


Fig. B_2.

Fig. B_2. *Gloeochrysis.*
Derbere Ausbildung der Lager; Gallerte fest, Zellen ohne Stigma und ohne kontraktile Vakuolen.

Der ausgetretene Schwärmer ist wie eine Chromulina gebaut, hat eine apikale, ungefähr eineinhalb körperlange Geißel, die sehr fein ist und mehr oder weniger ausgesprochen basal einen großen muldenförmigen Chromatophoren und fast immer das „Pyrenoid", ferner das strichförmige Stigma, das im zweiten Drittel liegt, vorn die beiden kontraktilen Vakuolen, den üblichen Leukosinballen und Öl und Fetttröpfchen.

Unter Abstoßen der Geißel wird der Schwärmer unbeweglich, zeigt dann sehr häufig ruck- und stoßweise Bewegungen und Körperkontraktionen, ganz unvermittelt tritt eine zarte Hülle auf, die sich verbreitert, wobei das Spiel der Vakuolen wie auch das Stigma erhalten bleiben. Bei der Teilung bildet jede Tochterzelle innert der alten, die sich entsprechend erweitert, ihre eigene Gallerthülle aus, auf diese Weise kommen die ineinandergeschachtelten Hüllen zustande. Wird die Kolonie bereits sehr groß, so treten stellenweise Ablockerungen von kleinen Kolonieteilen durch Verflüssigung und auch große Dehnung der Gallerthüllen ein, es entstehen auf diese Weise Teilkolonien. Die Schwärmer können aber auch gleich derbe, engere Gallerthüllen bilden, in diesem Falle verschwinden Vakuolen und mit der Zeit auch das Stigma; doch auch hier werden einzelne Tochterzellen in Spezialhüllen eingeschlossen und es entstehen die oben beschriebenen Lager mit fast parenchymatischem Charakter

Sporen kamen nicht zur Beobachtung.

Die Zellen messen rund 12 μ, die Schwärmer waren bis 13 μ lang und bis 10 μ breit. Da ihre Form nur im allgemeinen eiförmig war, wechselte das Verhältnis der Länge zur Breite, ganz abgesehen von der allgemeinen Formveränderlichkeit der Schwärmer:

Eine Art:

Gloeochrysis pyrenigera.

Lunz (Geitler); Jschl (Pascher); Holstein (Bächlein bei Haftkrug) (Pascher). (Fig. A_2—B_2).

Chrysopora.

(Fig. C_2—D_2, Taf. 15, Fig. 12).

Diese Alge ist in ihrer Stellung nicht ganz sicher. Sie wurde nur in wenigen Stadien beobachtet, fällt aber durch ihren Chromatophoren sehr auf. Der Chromatophor, der die längliche, manchmal leicht nierenförmige Zellen auskleidet, ist auffallend groß, am Rande manchmal groß gelappt und in der Fläche mehrfach in größeren



Fig. C_2. *Chrysopora.* 1. Einzelzelle ohne Hülle gezeichnet; durchbrochener Chromatophor, kontraktile Vakuole, Stigma. 2. Teilungsstadien. 3. Kleines derbhäutiges Lager. 4. Schwärmer.

oder kleineren hellen Stellen durchbrochen. Von der Schmalseite gesehen sind die Zellen fast kreisrund, der Chromatophor erscheint dann nicht selten fast sternförmig gelappt.

Leukosin in Ballen; Öl und Fett in Tröpfchen.

Die Zellen kommen einzeln oder zu zweien bis zu mehreren, dann in kleinen flachen Paketen, vor. Die sehr zarte Membran ist meist von einer Gallertlage umgeben, die nach der Teilung die Zellen zu zweien oder zu mehreren zusammenhält und zopfartig umgibt. Meist ist die Gallerte weich, manchmal aber auch derb und hautartig. Diese derbe Ausbildung hält manchmal mehrere bis 8 Zellen

beisammen. Diese hautartige Gallerte verquillt aber schließlich ebenfalls und es entstehen dann palmelloide mehrzellige Lager.

Die Protoplasten wandeln sich meist direckt ohne vorhergehende Teilung in Schwärmer um. Sie haben dann eine lange apikale Geißel (*Chromulina*-Typus), bewegen sich unglaublich rasch und haben fast aequatorial ein strichförmiges relativ langes Stigma, das sich meist am oberen Rande der Chromatophoren befindet, der manchmal nicht basal, sondern mehr seitlich steht. Die charakterstische Form der Chromatophoren bleibt in den meisten Fällen deutlich erhalten, doch sind die Löcher und Aussparungen kleiner als bei den unbeweglichen Zellen. Manchmal sind sie überhaupt nicht zu sehen. Es sind zwei vorn gelegene, kontraktile Vakuolen da. Die Schwärmer haben annähernd Eiform. Im Querschnitt scheinen sie aber

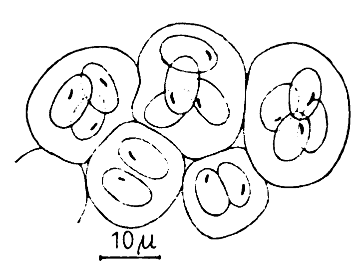


Fig. D_2.

Fig. D_2. *Chrysopora.*
Teil eines Lagers mit sehr lockerer Gallerte. Durchgeführte Teilung der Protoplasten; knapp vor dem Austreten als Schwärmer.

nicht exakt rund zu sein, sondern leicht dreieckig; damit steht auch im Einklang, daß die Eiform nur im allgemeinen Umrisse feststellbar ist, während die Schwärmer in Wirklichkeit nicht sehr ausgesprochen gestreckt tetraëdrisch zu sein scheinen. Solche allerdings mehr ausgesprochen tetraëdrische Schwärmer treten noch bei anderen Chrysomonaden auf, sie gehören immer dem *Chromulina*-Typ an (*Hydrurus*).

Die Schwärmer kommen bald zur Ruhe, umgeben sich mit einer sehr zarten Membran und einer dünnen, oft aber bald aufquellenden Gallertlage und behalten oft lange das Stigma und die kontraktilen Vakuolen bei. Oft sind alle Zellen eines Lagers mit Stigma und Vakuolen versehen. Nur bei den Formen, die eine dünne aber feste Gallerthülle ausbilden, bildet sich das Stigma und die Vakuolen zurück. Dasselbe war ja auch bei *Gloeochrysis* der Fall. In diesen unbeweglichen Stadien erfolgt die Teilung. Es ist aber bei der geringen beobachteten Schwärmermenge nicht ausgeschlossen, daß auch im beweglichen Stadium Teilung erfolgt.

Sporen konnten nicht beobachtet werden.

Der Organismus scheint oligotherm zu sein; Kaltwasserbewohner, ohne aber anscheinend sehr O-bedürftig zu sein.

Anscheinend ist er sehr verbreitet: um Ischl (Pascher), Lunz (Geitler). Eine Art:

Chrysopora fenestrata. Zellen 7—10 μ lang.

Es sei bemerkt, daß auch in der Flagellatenreihe der Chrysophyceen, den Chrysomonaden, eine Gattung vorhanden ist, deren Chromatophor durchbrochen ist. *Chrysapsis* (Chromulinale, Fam. Chrysopsidaceae). Eingeißelige Chrysomonaden, die von *Chromulina* durch den Chromatophoren, der unregelmäßig durchlöchert bis netzartig durchbrochen ist. Doch meine ich, ist hier eine nicht sehr tiefgehende äußere Ähnlichkeit vorhanden. Bei *Chrysapsis* scheint der Chromatophorenapparat wenig vom anderen Protoplasten differenziert, er sieht ganz diffus aus ohne scharfe Grenzen und schwankt auch in seiner Ausbildung sehr, von einem dunklen fast völlig geschlossenen Aussehen bis zu ganz zartem netzartigem Maschenwerk, das gerade noch Spuren der Färbung zeigt. Im Gegensatze dazu erscheint der Chromatophor hier, wenigstens soweit beobachtet, immer scharf differenziert, auch die Löcher und Lappen scharf begrenzt und das Kleinerwerden der Löcher im Chromatophoren der Schwärmer kann vielleicht durch die engere räumliche Zusammenlagerung hervorgerufen werden. Eine Verwandtschaft zwischen *Chrysopora* und *Chrysapsis* erscheint nicht sehr wahrscheinlich zu sein.

Hier sei auch eine nicht vollständige bekannt gewordene Chrysophycee erwähnt, die wohl zu den Chrysocapsaceen gehören dürfte. Von der sich aber nur die vegetativen Stadien, keine Schwärmer und auch keine Cysten fanden.

Es sind winzig kleine, sehr zarte Gallerthäutchen, von denen es nicht feststeht ob sie immer aufsitzen. In diesen Gallerthäutchen sind die braunen Zellen nicht gleichmäßig verteilt, sondern stehen meist zu vieren beisammen. Dort ist das Gallerthäutchen vorgewölbt und bildet ein kleines Hügelchen, so daß ganze Gallerthäutchen mit solchen Hügelchen versehen ist. Die Einzelzellen sind länglich, manchmal leicht gekrümmt. Sie haben soviel ich sehen konnte einen, doch auch zwei Chromatophoren, die wandständig und muldenartig und ziemlich groß sind. Öl- und Fetttröpfchen und Leukosinballen. An manchen konnten kontraktile Vakuolen bemerkt werden, die vorn lagen, und einigemale auch ein kleines punktförmiges Stigma. Die Zellen hatten so weit ich sah simultane Viererteilung, es kann sich aber auch um rasch aufeinanderfolgende succedane Zweiteilungen handeln. Die auf diese Weise gebildeten Zellen bilden dann wieder

ein solches Höckerchen in der Gallerte. An solchen jüngeren Zellen ist deutlich zu sehen, daß jede Zelle eine zarte Gallerthülle bekommt, die aber nicht lange scharf abgegrenzt bleibt.

Die Zellen sind ca. 6—9 μ lang und bis 4 μ breit.

Sicher sind Schwärmer vorhanden, das Auftreten von Vakuolen und Stigmen bei einzelnen Zellen zeigt dies.

Die Alge hat große Ähnlichkeit mit der Heterokonte: *Chlorosaccus,* bei der ebenfalls meist vier Zellen in kleinen Höckerchen der Gallerte zu liegen kommen.

Ich nenne diese Alge in Analogie zu Bohlin'schen ***Chlorosaccus Chrysosaccus*** mit der einen Art *Chrysosaccus incompletus* (Taf. 15, Fig. 14).

Es gibt noch viele unbeschriebene Chrysocapsalen und dem Freilandalgologen, weniger dem Laboratoriumsalgologen kommen solche Formen öfters unter. Viele gehen auch auf Agar auf und es ist dann nicht immer leicht zu entscheiden ob eine sonst im beweglichen Zustand lebende Chrysomonade nur vorübergehend chrysocapsal geworden ist oder ob eine Form vorliegt die auch sonst in diesen unbeweglichen Gallertstadien lebt. Sie sind im allgemeinen häufig, sterben aber vielfach leicht ab und entziehen sich dann besonders im länger aufbewahrten Magma der Beobachtung. Einige bilden fast kubische Pakete, zusammengesetzt aus Zweier- und Vierergruppen von Zellen, die von derben Gallerthüllen umgeben sind, aber keine Vakuolen oder Stigmen haben. Meist ist ein wandständiger Chromatophor vorhanden, bei anderen Arten aber immer zwei.

Einige von ihnen zeigen auffallende Gallertstrukturen, radiäre Streifungen von denen ich nicht sagen kann, ob sie mit den Gallertgeißeln, wie sie bei den Tetrasporalen vorkommen, identisch sind. Andere Formen haben längliche, fast nierenförmige Zellen mit vielen kleinen Chromatophoren und vielfach ineinandergeschachtelte Gallerthüllen, sie sehen wie Gloeocapsen aus. Möglicherweise stehen auch einige von ihnen bereits als *Gleocapsa* beschrieben in den Büchern.

Besonders erwähnen möchte ich strangförmige Formen bei denen die in den dünnen makroskopisch nicht sichtbaren Gallertsträngen braune Zellen hintereinander liegen, oft schön in einer Reihe, oft zu mehreren nebeneinander. Eine dieser Formen hat bereits West als *Phaeosphaera* herausgehoben. Es gibt aber auch noch ganz anders gebaute Typen.[1])

[1]) Ich konnte gelegentlich eines Aufenthaltes im oberen Gaietale in Kärnten (Plöckenpaß; Pal; Monte Cellon usw.) sehen, daß in höheren Lagen (über 1300 m)

Zu den Chrysocapsalen gehören ferner von beschriebenen Gattungen noch ***Phaeosphaera*** West und G. S. West: cylindrische Gallertstränge (allem Anscheine nach solid) die gelegentlich sich verzweigen oder stellenweise aufgetrieben sind, mit zahlreichen kugeligen, anscheinend nicht regelmäßig angeordneten Zellen. Diese sind kugelig 14—17,5 μ groß, mit einem großen wandständigen, am Rande gelappten Chromatophoren, Öl- und Fetttropfen.

Über Vermehrung und Sporenbildung liegen keine Angaben vor.

Eine Art: ***Phaeosphaera gelatinosa*** West und G. S. West (Fig. E_2 a). Bis jetzt nur aus Cornwall. In Torfsümpfen gibt es nahverwandte Formen, die etwas kleinere Zellen haben (9—11 μ).

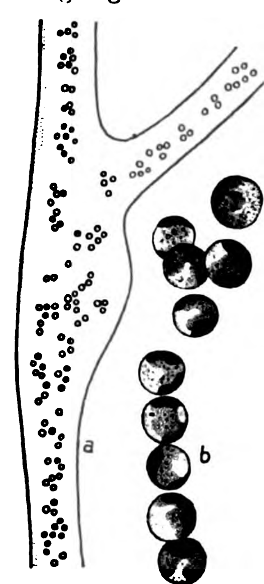


Fig. E_2 a.

Tetrasporopsis Lemmermann (*Tetraspora fucescens* A. Braun) eine wenig bekannte braune größere Gallertlager bildende Alge die zunächst röhrige Gallertschläuche bildet, die sich dann ausweiten und netzig werden. Lager

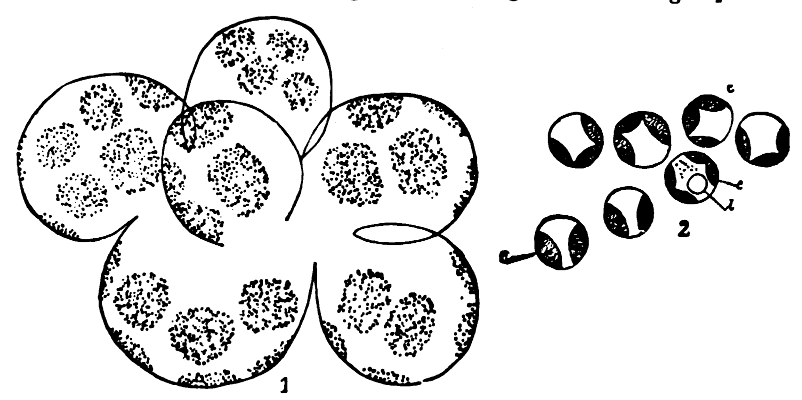


Fig. E_2 b.

Fig. E_2. Verschiedene Chrysocapsalen: 1. *Phaeosphaera* West, Teil eines Lagers, daneben Einzelzellen vergrößert gezeichnet. 2. *Phaeocystis*, Lager und Schwärmer. (1 nach West, 2 nach Lagerheim.)

Chrysocapsalen und wohl auch Chrysoconalen recht verbreitet sind. Eine dieser Chrysocapsalen, die durch ihre Vielgestaltigkeit auffällt, wird in einem der nächsten Hefte des Archivs behandelt werden.

1 bis $1^1/_2$ mm breit; darin die braunen Zellen die in der Gallertmasse oft noch deutlich ihre eigenen Gallerthüllen erkennen lassen, jede mit zwei Chromatophoren und wie Lauterborn angibt, mit zwei kontraktilen Vakuolen.

Leider ist über die Schwärmer, Cysten und Entwicklungsgeschichte nichts bekannt. Die Alge ist oligotherm und katharob.

Im System wurde sie an den verschiedensten Stellen behandelt. Lauterborn wies auf ihre Verwandschaft mit den Chrysomonaden hin.

Eine Art: ***Tetrasporopsis fucescens*** Lemmermann (Sachsen, Böhmen, Pfalz).

Phaeocystis Lagerheim; marin; treibende Gallertkugeln die sich wieder in weitere Kugeln auflösen resp. zerlappen. Mit zahlreichen oft gruppenweise beisammenstehenden gehäuften — oft auch noch zu vieren genäherten — Zellen, peripher in der Gallerte. Protoplasten als *Ochromonas*-artige Schwärmer (mit zwei ungleichen Geißeln) austretend.

Mehrere Arten beschrieben, die wahrscheinlich nicht zusammengehören, so daß die Gattung später aufgelöst und ihre natürlichen Komponenten zerlegt werden muß.

Aus einer unrichtigen Bewertung der Schwärmer heraus habe ich in meinen verschiedenen Arbeiten diese Gattung zu den Cryptophyceen gestellt und sie mit den Cryptomonaden in Zusammenhang gebracht. Auch hier hat Scherffel in seiner Einreihung von *Phaeocystis* in die Verwandtschaft der Chrysomonaden Recht behalten. Ich habe seitdem den Organismus in einer vielleicht nicht mit der Lagerheim'schen Art identischen Form lebend gesehen, es handelt sich bestimmt um Chrysomonaden resp. deren Chrysocapsalenreihe.

Phaeogloaea Chodat (Fig. F_2). Süßwasser; kugelige Gallertlager mit gleichmäßig verteilten, peripher gelegenen, braunen Zellen, die anscheinend eine feste Membran haben. Zellen mit muldenförmigem Chromatophoren 5—6 μ lang. Aus der Zelle gehen typische *Ochromonas*-Schwärmer hervor, die kein Stigma haben. Die Schwärmer treten oft nicht ganz aus der Gallerte heraus und kommen noch in dieser zur Ruhe. Es geht aus der Beschreibung Chodat's nicht hervor ob es sich um einen Planktonten handelt (*Phaeogloea mucosa* Chodat).

Es ist ferner auch nicht ganz sicher, ob diese Alge zu den Chrysocapsalen gehört, da es auch möglich ist, daß sie eine derbe

Membran hat, also protococcal entwickelt ist, zu den Chrysosphaecalen gehört und dann ungefähr, allerdings ganz grob morphologisch, dem *Dictyosphaerium*-Typ unter den Chlorophyceen entsprechen würde. Leider ist die Beschreibung nicht ganz ausreichend.

Als eigene Familie müssen unter den Chrysocapsalen an die Chrysocapsaceen angereiht werden die

Naegeliellaceae

mit der einzigen Gattung:

Naegeliella Correns.

Festsitzende Algen, die ein — selten mehrschichtiges Lager bilden, deren Zellen sich gegen-

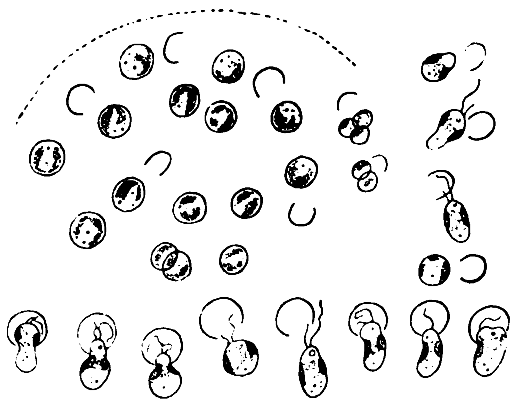


Fig. F_2. *Phaeogloea* Chodat (nach Chodat).

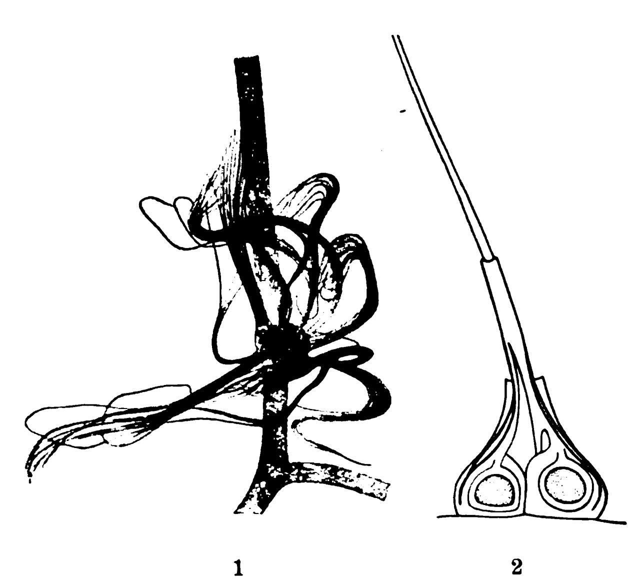


Fig. G_2. *Naegeliella*. 1. Lager bei schwacher Vergrößerung. 2. Einzelzelle bei stärkerer Vergrößerung.

seitig abplatten. Jede Zelle hat einen basalen oft gelappten Chromatophoren, meist mehrere Gallerthüllen (durch Ineinanderschachtelung der einzelnen Gallerthüllen entsprechend der Teilungsfolge)

und lange bescheidete aus Gallerte bestehende, schopfig beisammenstehende apikale Fäden (*Naegeliella flagellifera* Correns) (Fig. G_2).

Organisation des Lagers nicht näher bekannt. Vermehrung durch Zellteilung, wie auch durch *Ochromonas*-artige (zwei ungleiche Geißeln) Schwärmer. Nicht oligotherm.

In meiner Süßwasserflora stellte ich diese Alge unter unrichtiger Auswertung der Schwärmer zu den Phaeocapsalen (palmelloide Ordnung der Cryptomonaden).

Die höchstentwickelte Familie der Chrysocapsalen ist die Familie der

Hydruraceae

mit der einzigen Gattung

Hydrurus Agardh (Fig. H_2).

Festsitzend oft reich verzweigte Gallertlager, die mit zunächst einer differenzierten Basalzelle festsitzen und ausgesprochenes Spitzenwachstum mit einer Scheitelzelle haben. Eine sehr formenreiche Art: *Hydrurus foetidus*, die vielleicht aufzulösen ist.[1]) Die Zugehörig-



Fig. H_2.



Fig. J_2.

Fig. H_2. *Hydrurus*. Verschiedene Ausbildungen und Schwärmer.
Fig. J_2. Eine unbekannte Chrysocapsale von Klebahn beobachtet. (Nach Klebahn.)

[1]) Eine ganz eigentümliche *Hydrurus*-Form aus höheren Lagen wird in einem der nächsten Hefte des Archivs beschrieben werden.

keit dieser Alge zu den Chrysophyceen ist ganz außer Zweifel: *Chromulina*-artige eingeißlige Schwärmer, Kieselcysten mit Porus und Stopfen.

Alle bis jetzt bekannten Formen werden als eine Art *Hydrurus foetidus* zusammengefaßt, der dadurch (rein deskriptiv besehen) sehr polymorph wird. Ein genaues Studium dieser Formen wird wahrscheinlich eine Aufspaltung dieser Sammelart ergeben. Im übrigen kennen wir von dieser häufigen Alge auch die jahreszeitlich aufeinanderfolgenden Saisonformen noch sehr schlecht. Die Schwärmerabbildungen geben verzerrte Formen wieder; die Schwärmer sind wohl tetraedrisch, doch mit viel weniger ausgezogenen Ecken.

Zu den Chrysocapsalen gehören u. a. auch die von KLEBAHN bei seinen Studien über die Braunalgengattung *Pleurocladia* Taf. IX, Fig. R wiedergegebenen undeutbaren Zellen (Fig. J_2).

Systematische Übersicht über die Chrysophyceen und ihre Parallelstellung zu anderen Algenreihen.

Chrysophyceae:	*Heterokontae.*	*Chorophyceae.*
Chrysomonadales, vegetatives Leben im Flagelladenstadium.	**Heterochloridales**	**Volvocales**
Rhizochrysidales, vegetatives Leben im rhizopodialen Stadium.	**Rhizochloridinae**	
Chrysocapsales, vegetatives Leben in Gallert umhüllten, unbeweglichen Stadien. [1]	**Heterocapsales**	**Tetrasporales**
Chrysocapsaceae ohne Spitzenwachstum und ohne Gallertborsten·	***Heterocapsaceae***	
Chrysocapsa	*Chlorosaccus*	*Asterococcus*
Gloeochrysis	*Leuvenia*	*Tetraspora*
Chrysopora	*Dictyosphaeriopsis*	*Gloeocystis* usw.
Phaeogloea		
Chrysosaccus		
Phaeosphaera		
Phaeocystis		
Tetrasporopsis		
unsicher:		
Phaeoschizochlamys		
Entodesmis		
Naegeliellaceae ohne Spitzenwachstum mit Gallertborsten		
Naegeliella		
Hydruraceae mit Spitzenwachstum.		
Hydrurus		

[1]) Hierher noch eine Reihe erst neu zu beschreibender Formen (CONRAD, PASCHER).

Chrysosphaerales, vegetatives Leben in geschlossener, mit einer festen Membran umgebenen Zelle. Einzeln oder Kolonien, doch nicht Fäden bildend.	**Heterococcales**	**Protococcales**
Chrysosphaeraceae	***Halosphaecaceae***	***Protococcaceae***
Chrysosphaera	*Botrydiopsis*	*Chlorococcum*
Botryochrysis	*Halosphaera*	*Chlorella*
Epichrysis	*Chlorobotrys*	*Characium* usw.
Sphaerochrysella	*Botryococcus*	
Phaeogloea	*Characiopsis*	
Selenophaea		
unsicher:		
Stichogloea.		
Chrysotrichales, Zellen zu einfachen oder verzweigten Zellfäden vereinigt.	**Heterotrichales**	**Ulotrichales**
Nematochrysidaceae unverzweigte Fäden bildend.	*Tribonema*	***Ulotrichaceae***
Nematochrysis.		
Phaeothamnionaceae, Fäden verzweigt ohne parenchymatöse Verwachsung.	***Tribonemaceae***	***Chaetophoraceae***
Phaeothamnion	*Heterococcus*	
Chrysoclonium		
Apistonema ?		
Gloeothamnion ?		
Thallochrysidaceae, verzweigt, parenchymatöse Verbände bildend.		
Thallochrysis		
Phaeodermatium.		

Literaturverzeichnis.

Borzi, A.: Intorno alle sviluppo sessuale di alcune feoficei inferiori. Atti d. cong. Bot. intern. 1892, Taf. XVII—XVIII (1892).

Chodat, R.: Bullet. soc. Bot. de Genéve, II. Serie, XIII, p. 81, p. 87.

Cienkowski: Gloeothamnion. Bericht. Exc. Weißes Meer. Nach De Toni. System. Übersicht. Fuc. (1891), p. 182. Zitiert nach De Toni. Sylloge Algarum.

—: Über Palmellaceen und einige Flagellaten. Schulze, Arch. f. mikr. Anat. (1870), 6, p. 421.

Conrad, W.: Contribution à l'étude de Chrysomonad. Bull. Acad. Roy. d. Belgique Classe d. Sciences 1920 p. 167—189.

Correns, C.: Ueber eine neue braune Süßwasseralge Naegeliella flagellifera. Ber. d. Deutschl. Bot. Ges. Bd. 10 1892 S. 629.

Doflein, J.: Untersuchungen über Chrysomonaden. III. Arch. f. Protistenk. 46, S. 267 (1923).

Hansgirg: Prodromus der Algenflora von Böhmen. Teil II. Phaeophyceen.
Korschikoff: Russ. Arch f. Protistologie Bd. 3 p. 113. Deutsches Resumee: Ueber einige wenig bekannte Organismen. 1. Phaeocapsa paludosa. p. 124 (1924).
Lagerheim, G. v.: Über Phaeothamnion, eine neue Gattung unter den Süßwasseralgen. Bitr. till K. Svenska Vet. Ak. Handl. Bd. II Nr. 19 (1884).
—: Ueber Phaeocystis Ponchati (Hav.) Lagerh., eine Planktonflagellate. Öfvers. af Kgl. Vet. Ok. Forhandl. Stockholm 1896 S. 179, und Botanik Notiser 1893 p. 32—33. Zitiert nach De Toni Syll. Alg.
Oltmanns, V.: Morphologie und Biologie der Algen. II. Aufl. Bd. I p. 1 (1922).
Pascher, A.: Über Flagellaten und Algen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 32 p. 126 (1914).
—: Von einer allen Algenarten gemeinsamen Entwicklungsregel. Ebenda Bd. 36 p. 390 (1918).
—: Über die morphologische Entwicklung der Flagellaten zu Algen. Ebenda Bd. 42 (1924).
—: Chrysomonaden, Cryptomonaden in: Süsswasserflora Deutschlands etc. Heft II. p. 1—7 (1913).
Scherffel, A.: Phaeocystis globosa nov. spec. Wiss. Meeres-Unters. N. F. Bd. 4 Abt. Helgoland Heft 1.
—: Beitrag zur Kenntnis der Chrysomonaden. Arch. f. Protistenk. Bd. 22 S. 299. (1921).
—: Kleiner Beitrag zur Phylogenie einiger Gruppen niederer Organismen. Bot. Zeitg. Bd. 59 p. 143 (1901).
Smith, G. M.: Phytoplankton of inland Lakes of Wisconsin Part I. Wisc. Geol. u. Stat. Hist. Surway Bull. Nr. 57. Scient. ser. 12 (1920).
West, G. S.: A Treatise of Brit. Freth-Wat. Alg. Cambridge. Biol. soc. ser. 1904.

Tafelerklärung.

Tafel 15.

Fig. 1. *Phaeodermatium.* Randpartie eines sehr regelmäßigen, größeren alten Lagers. Leukosinballen. Öltropfen.

Fig. 2. *Nematochrysis sessilis.* Stück eines nicht palmelloiden Fadens (ein wenig zu straff gezeichnet).

Fig. 3. *Nematochrysis sessilis.* Fadenstück in palmelloider Auflösung.

Fig. 4. *Phaeothamnion Borzianum.* Gut ausgebildetes Individuum (ein wenig zu straff gezeichnet, die Zellen zu wenig keulig).

Fig. 5. *Apistonema.* Dreizelliger Faden.

Fig. 6. *Apistonema.* Zwei Zoosporangien, das eine entleert.

Fig. 7. *Phaeothamnion Borzianum.* Palmelloides Fadenstück. Zwei Cysten mit Porus und Stopfen.

Fig. 8. *Gloeochrysis.*

Fig. 9. *Chrysocapsa planktonica.* Kolonie und zwei Einzelzellen.

Fig. 10. *Chrysobotrys parvula.* Kolonie und Einzelzelle.

Fig. 11. *Chrysosphaera nitens.*

Fig. 12. *Chrysopora fenestrata.* Gruppe zweier Zellen.
Fig. 13. *Epichrysis paludosa.*
Fig. 14. *Chrysosaccus.*
Fig. 15. Schwärmer einiger Chrysophyceen.
a) *Phaeothamnion Borzianum.*
b) *Nematochrysis sessilis.*
c) *Chrysobotrys parvula.*
d) *Chrysophaera nitens.*
e) *Phaeodermatium.*
f) *Epichrysis paludosa.*
g) *Chrysospora.*
h) *Gloeochrysis.*

In allen Figuren bedeutet p.V. pulsierende Vakuolen. L Leucosinballen.

Kleinere Mitteilungen.

Neue oder wenig bekannte Protisten. XVIII.

Neue oder wenig bekannte Flagellaten. XVI.

Zusammengestellt von

A. Pascher.

(Hierzu 12 Textfiguren.)

Chromulina crassa H. Bachmann.

Charakterisierung der Planktonvegetation usw. Naturf. Ges. Basel Bd. 35 I. Teil p. 166. Taf. 3 Fig. 7.

Zellen breit eiförmig, basal breit abgerundet, vorn spitz. Ein großer ausgehöhlter Chromatophor, basal und die halbe Zelle auskleidend. Fünf kontraktile Vakuolen. Geißel körperlang.

Länge 18 μ, Breite 15 μ. (Fig. A 2.)

Plankton des Vierwaldstätter Sees.

Chromulina pyriformis H. Bachmann.

a. a. O. p. 166. Taf. III Fig. 9.

Zellen breit birnförmig, basal, sehr formveränderlich, mit einem relativ kleinen wandständigen, etwas über der Mitte gelegenen, gebogenen, plattenförmigen Chromatophoren. Geißel $1^1/_2$ mal körperlang. Unvollständig beschrieben: Vakuolen?

Länge 28 μ. (Fig. A 1.)

Plankton des Vierwaldstätter Sees.

Chromulina sphaerica H. Bachmann.

a. a. O. p. 166. Taf. III Fig. 8.

Zellen kugelig. Ein Chromatophor, annähernd in der Mitte gelegen, in der Form einer gekrümmten Platte. Drei kontraktile Vakuolen, vorn an der Basis der 1½ mal körperlangen Geißel gelegen. Augenfleck vorn.

Durchmesser der Zelle 16 µ. (Fig. A 3.)

Plankton des Vierwaldstätter Sees.

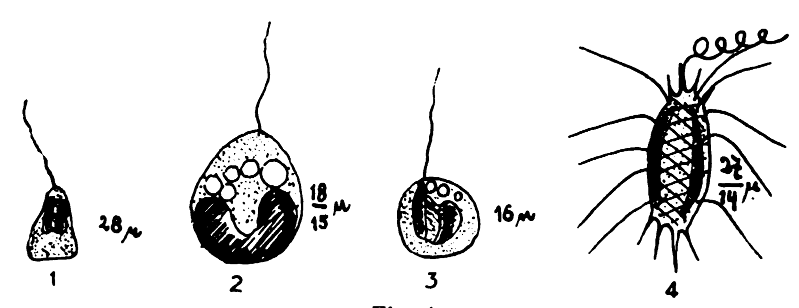


Fig. A.
1. *Chromulina pyriformis* Bachmann. 2. *Chromulina crana* Bachmann.
3. *Chromulina sphaerica* Bachmann.
4. *Mallomonas culeata* Bachmann (nach Bachmann).

Mallomonas aculeata H. Bachmann.

Charakterisierung der Planktonvegetation usw. Naturf. Ges. Basel Bd. 35 I. Teil p. 166. Taf. III Fig. 13.

Zellen ellipsoidisch. Schuppen rhombisch. Nadeln über den ganzen Körper locker verteilt, leicht gekrümmt. Am vorderen wie am hinteren Ende je vier kurze derbe Borsten.

Unvollständig beschriebene Art: keine Angaben über Chromatophoren, Vakuolensystem usw.

Länge 24—27 µ, Breite 10—14 µ. (Fig. A 4.)

Plankton des Vierwaldstätter Sees.

Conradiella nov. gen. Pascher.

Die Chrysomonaden in ihrer außerordentlichen Vielgestaltigkeit zeigen auch eine große Mannigfaltigkeit in ihren Gehäusen und Panzerbildungen, wie auch in der Skulptur der Periplasten. Es sei nur auf die verschieden gestaltigen Chromulinen, die Dinobryen, Hyalobryen, auf *Kephyrion* und *Mallomonas*, dann vor allem auf die Coccolithophoraceen verwiesen, für die erst in jüngster Zeit wieder Schiller eine ungemeine Formenfülle nachgewiesen hat, nachdem

auch LOHMANN die mannigfaltigsten Weiterbildungen in diesen Panzern und Gehäusen der Coccolithophoraceen aufgezeigt hat.

Hier sei eine sehr merkwürdige Panzerbildung besprochen, die sehr schön erkennen läßt, wie sie aus einer anderen Panzerform entstanden sein mag.

Es handelt sich um eine Chromulinale speziell eine Mallomonadacee, deren einen Vertreter seinerzeit bereits CONRAD beschrieb, während der andere mir gelegentlich einer Altwasseruntersuchung unterkam.

Es handelt sich um mittelgroße bis große Monaden, die vorn eine ungefähr körperlange Geißel haben, die übrigens ziemlich derb ist. In mehr oder weniger walzlichen, beiderseits abgerundeten Protoplasten finden sich zwei große braune wandständige Chromatophoren; ziemlich weit vorn gelegen ein großer Zellkern; basal und auch sonst in kleineren Bällchen ein großer Ballen von Leukosin, daneben oft leicht gelblich gefärbte Öl- und Fetttröpfchen. Im Protoplasten ferner ein ziemlich kompliziertes System kontraktiler Vakuolen; einige basal, einige mehr vorn gelegen, doch nicht regellos in der Anordnung, sondern in bestimmter Weise zueinander im Protoplasten verteilt, die ich nicht völlig klar erfassen konnte. Ich meine, daß auch vorn eine größere Höhlung im Protoplasten vorhanden ist, in die, wie es scheint, die Geißel zurückgezogen resp. aufgerollt werden kann. Unklar blieb, ob ein Augenfleck vorhanden ist. Die Frage ist deshalb schwer zu entscheiden, weil unter Umständen kleine rote Körperchen einen Augenfleck vortäuschen können, wie es ja auch bei anderen Chrysomonaden tatsächlich der Fall war.

Das Bemerkenswerteste an den Monaden war aber die Art des Panzers. Dieser Panzer, der die Monade völlig einschloß, bestand aus einem System von Querreifen, die entsprechend der Dicke des Protoplasten verschiedenen Durchmesser haben, also gegen das Vorderende und das Hinterende enger werden.

Diese Querreifen sind aber alle gleich breit, wie auch jeder einzelne längs seines ganzen Umfanges meist gleiche Breite beibehält. Die Reifen der mehr cylindrischen Teile des Protoplasten sind sehr kurz gerade-cylindrisch, die, die Enden bekleiden, entsprechend der Dickenabnahme des Protoplasten mehr der Mantelfläche eines Kegels entsprechend. Diese Querstreifen haben eine gerade Begrenzung, nur hier und da ist eine ganz leichte Wellung zu beobachten. Sie liegen nicht direkt dem Protoplasten auf, zwischen ihnen und dem Protoplasten ist eine geschmeidige Schicht, fast gallertiger Struktur eingeschoben, dem die Reifen aufliegen. Ich

glaube, in Analogie zu gewissen Erfahrungen über die Bildung solcher Gehäuse, daß diese weiche Schicht eine wichtige Rolle bei der Bildung dieser Reifen spielt. Im allgemeinen behalten die einzelnen aneinanderschließenden Reifen ihre Lage bei, manchmal aber rutschen sie stellenweise übereinander, so daß sie merkbar schief liegen. Dies ist an gesunden Exemplaren, von Hemmungsbildungen abgesehen, niemals der Fall, es läßt bereits immer auf Degenerationserscheinungen schließen, die zum Teil auch durch die Verhältnisse bei der Beobachtung mit hervorgerufen werden können.

Die Reifen sind relativ zart und biegsam. Ich konnte mich überzeugen, daß sie bei Druck nicht sprangen, sondern sich abplatteten.

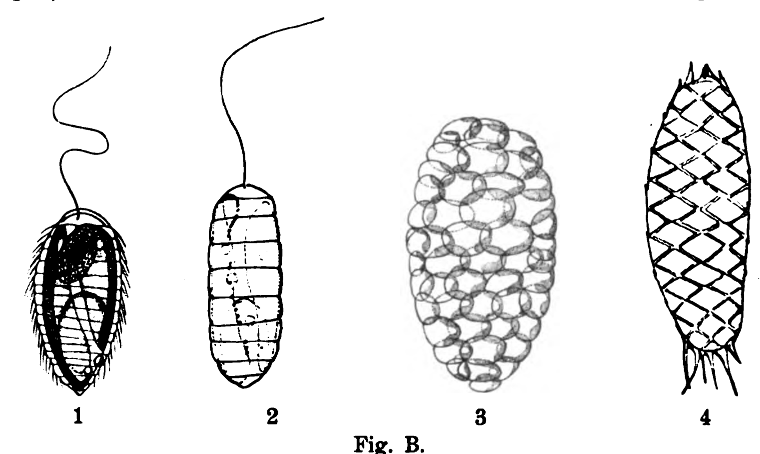


Fig. B.
1. *Conradiella calva*. 2. *Conradiella circulata*. (Geißel zu kurz.)
3. Panzer einer *Mallomonas*-Art mit den in Querreihen angeordneten Schuppen
4. Panzer einer anderen *Mallomonas*-Art mit rhombischen Schuppen.

Die Reifen an den Enden sind meist etwas derber, der letzte Reifen des Basalendes ist auch basal geschlossen, er sitzt wie ein kleines, manchmal spitzes Käppchen, dem Hinterende auf.

Am Vorderende wurden mir die Verhältnisse nicht ganz klar. Es schien mir, als ob der letzte Reifen am Vorderende, der ohnehin durch die Form des Vorderendes mehr breitkegel bis kalottenförmig ist, vorn bis auf Geißelöffnung zusammengezogen wäre, also ebenfalls ein Käppchen darstelle, das in der Mitte durchbrochen ist; allerdings ist dieses Käppchen viel größer als das des Hinterendes. Auch das Vorderkäppchen ist dicker als die anderen Querreifen.

Leider hatte ich nur sehr wenig Material. Beim Ausglühen blieb das Querreifensystem erhalten, wenn sich auch natürlich die einzelnen Querreifen voneinanderlösten. Sie waren nun auch spröde

geworden und sprangen bei leichtestem Drucke. Daraus scheint klar hervorzugehen, daß die nach dem Tode übrigbleibende Struktur und Substanz solcher Panzer nicht identisch ist mit der im Leben vorhandenen. Jedenfalls sind die Querreifen stark verkieselt, da alle gewöhnlichen Lösungsmittel versagen und Kalk sicher nicht vorhanden ist.

An einer der beiden beobachteten Arten (CONRAD) ist außerdem ein Besatz kurzer Borsten vorhanden, die nicht sehr viel länger sind als die Querstreifen und leicht divergierend nach außen abstehen. An den vordersten und hintersten Partien aber scheinen sie zu fehlen. Bei der anderen Art war von solchen kurzen Borsten nichts zu bemerken. Ich habe erstere Art nicht gesehen und kenne sie nur aus der kurzen Beschreibung CONRAD's.

So auffallend diese Monade durch ihre Panzerbildung ist, so klar scheinen ihre verwandtschaftlichen Verhältnisse zu sein. *Conradiella* steht entschieden der Gattung *Mallomonas* sehr nahe.

Bei *Mallomonas* findet sich ebenfalls ein Kieselpanzer, der aber hier nicht aus geschlossenen Reifen, sondern aus kleinen dachziegelartig übereinanderstehenden Schüppchen besteht, die oft noch gelenkig inserierende Borsten tragen. Bei vielen Arten, vielleicht bei allen, stehen die Schüppchen in ganz scharf ausgeprägten Querreihen (vergleiche die beigegebenen Figuren von *Mallomonas genevensis* und einer anderen noch unbeschriebenen Art). Es scheint mir ganz zweifellos zu sein, daß die Querreifen von *Conradiella* nichts anderes sind als die völlig verschmolzenen, in Querreihen stehenden Kieselschüppchen der *Mallomonas*-Arten. Diese Vermutung erfährt dadurch eine Stütze, daß auch bei *Mallomonas* die quer nebeneinanderliegenden Schüppchen miteinander verschmelzen können, zwar nicht in allen Querreihen, sondern nur in den vordersten, die die Geißelbasis umgeben. Bei manchen Arten sind die vier wenig mehr vorhandenen Schuppen des Vorderendes zu einem kleinen kegelförmigen, trichterigen oder fast halbkugeligen, vorn durchbrochenen Käppchen verschmolzen, nicht immer so vollständig, daß ein gleichmäßig begrenzter Reifen entstand, sondern oft so, daß die Vorderenden der Schüppchen frei bleiben und wie kleine Stacheln abstehen, besonders dann, wenn die Schüppchen nicht elliptische oder eiförmige, sondern rhombische oder deltoidische Form haben.

Dieses Verschmelzen ursprünglich getrennter Hüllenauflagerungen, wie es hier bei *Conradiella* der Fall ist, ist nicht vereinzelt. Ich erinnere, ohne darauf näher einzugehen, daß speziell bei den Coccolithophoraceen die Coccolithen ebenfalls bei einigen Gattungen

miteinander verbacken, entweder direkt oder durch Einschaltung von Kalksubstanzen zwischen ihnen und zwar entweder nur partiell — ich erinnere an den von Lohmann behandelten Fall, bei dem die verlängerten vornstehenden Coccolithen seitlich zu einem geschlossenen Schwebering verwachsen — oder über die ganze Oberfläche des Organismus, so daß geschlossene Kalkpanzer entstehen, die nur die Geißelöffnung freilassen. Ferner sei auf die merkwürdigen Coccolithenverbackungen hingewiesen, die Schiller in einem der letzten Hefte dieses Archivs beschreibt. Würden bei *Conradiella* die Querreifen auch noch untereinander verbacken, so würde auf diese Weise ein völlig geschlossenes Kieselgehäuse zustande kommen.

Von *Conradiella* sind zwei Arten bekannt. Die eine hat bereits Conrad als *Mallomonas* beschrieben, die andere ist noch unbeschrieben.

Conradiella calva (Conrad) Pascher. = *Mallomonas calva* (Conrad).

Zellen gestreckt, verkehrt eiförmig, basal spitz, vorn breit abgerundet. Reifen mit Borsten besetzt (die Inserierung dieser kurzen leicht abstehenden Borsten ist nicht ganz klar), viel weiter als hoch. Geißel $1-1^1/_2$ mal körperlang.

Länge 21 μ, Breite 10 μ. (Fig. B 1.)

Plön, Unterer Ausgrabensee; Belgien (Hockei).

Conradiella circulata Pascher nov. spec.

Zellen mehr cylindrisch, Querreifen nur ca. 5 mal weiter als hoch. Borsten fehlend. Sonst im inneren Bau wie in der Gattungsdiagnose angegeben.

Länge 12—18 μ, Breite 5—7 μ. Geißel fast zweimal körperlang. (Fig. B 2.)

Altwässer der Moldau.

Tessella Playfair.

Playfair: Freshwater algae of the Lismoredistrikt. Proceed. Linn. ser. N.-S.-Wales Vol. 40 p. 315 (1915). — New and rare Freshwater algae a. a. O. Vol. 43 p. 508 (1918).

Kolonie aus sehr vielen Zellen gebildet, mit Gallerte überschichtet, hohl. Zellen peripher gelagert, in der Aufsicht kreisrund oder polygonal (vielleicht durch die Abplattung von Spezialgallerthüllen), peripher (also an ihrem Vorderende) etwas abgeplattet, sonst kugelig bis abgeflacht kugelig. Chromatophoren braungrün, zwei,

relativ klein, vorn und seitlich zu beiden Seiten der Geißelinsertion gelegen. Kontraktile Vakuole eine, annähernd in äquatorialer Höhe, ferner allem Anschein nach Öl- und Fetttröpfchen. Geißeln zwei, doppelt körperlang, nach Angabe Playfair's gleichlang (doch zeichnet sie Playfair in einer Figur deutlich ungleich lang).

Kolonie 30—170 μ im Durchmesser, Zellen 10 μ groß.

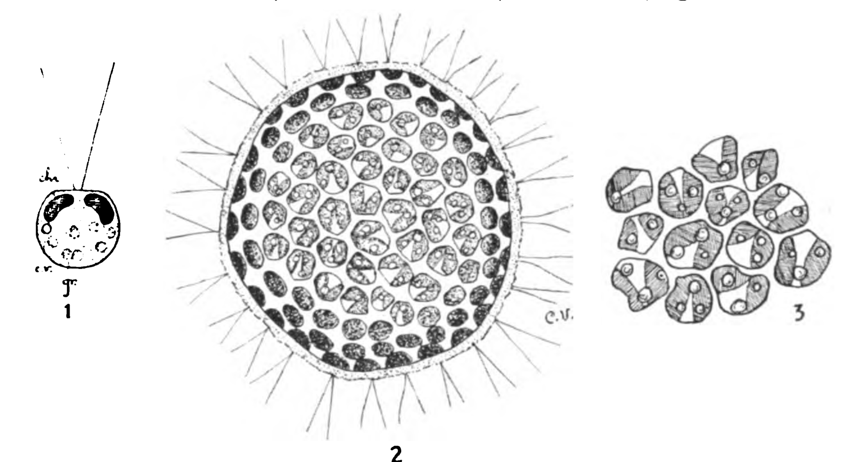


Fig. C. *Tessella volvocina.*
1. Einzelzelle. 2. Kolonie. 3. Zellen von der Fläche gesehen (nach Playfair).

Die Stellung dieses Flagellaten ist nicht ganz sicher. Allem Anschein nach ist es eine Chrysomonade. Durch die Art der Gallertbildung in der Kolonie nähert sich *Tessella* der Gattung *Syncrypta*, die ebenfalls die Kolonie mit einer Gallertschicht überdeckt hat. Doch sind bei *Syncrypta* die Zellen zentral gedrängt; *Syncrypta* ist nach dem *Pandorina*-Typ gebaut und die Zellen bilden eine zentrale Masse. Die Kolonie ist solid. Bei *Tessella* aber sind die Zellen peripher gelagert wie bei *Eudorina*, das Zentrum der Kolonie ist leer, wahrscheinlich die Kolonie hohl.

Da die Geißelverhältnisse nicht ganz klar sind und Playfair einmal gleichlange, einmal ungleichlange Geißeln zeichnet, so ist auch die Stellung dieser Monade innerhalb der Chrysomonaden nicht klar. Vorderhand wird sie bei den Formen mit gleichlangen Geißeln, den Isochrysidalen, eingestellt werden müssen. Ich vermute aber sehr ungleich lange Geißeln (Ochromonadalen).

Einzige Art:

Tessella volvocina Playfair. Kolonie 30—170 μ; Zellen 10 μ lang : 4 μ breit. Lismore (Fig. D.)

Es ist merkwürdig, daß dieser auffallende Typus erst jetzt bekannt wurde. Für Europa liegen keinerlei Angaben vor, die auf einen ähnlichen Typus hindeuten würden. Allerdings ist ja auch die bei uns angeblich nicht seltene *Syncrypta volvox* auf ihre Morphologie noch nicht näher untersucht.

Synura Adamsii Smith.

S. M. Smith: Ecology of the Plankton Algae in the Palisades Interstate Park, including the relation of Central Methods to Fish Culture. Roosevelt Wild Life Bulletin II, 2, p. 136, Taf. 5 Fig. 4, 5.

Kolonien meist kugelig-strahlig, Einzelzellen nicht dicht gedrängt, sondern locker, sehr gestreckt, verkehrt ei-kegelförmig mit fast geradlinigen Seiten, vorn breit abgerundet, 4—6 mal so lang als

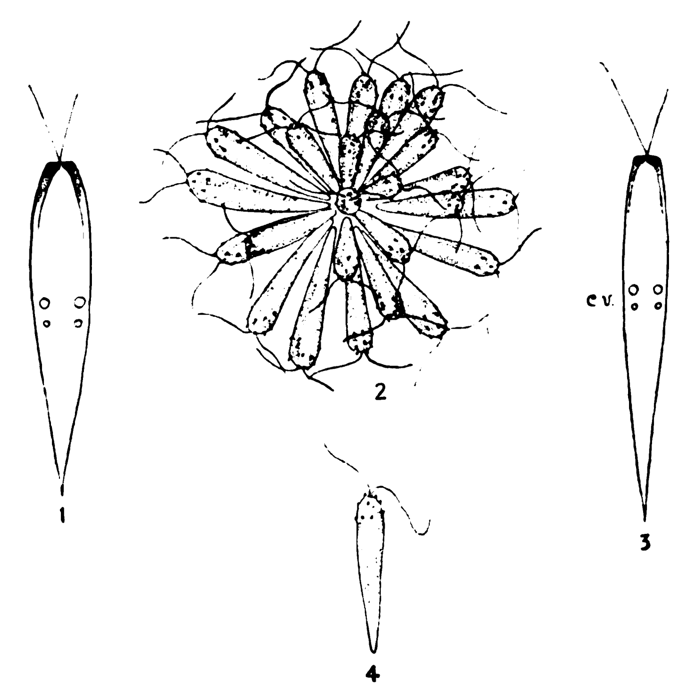


Fig. D. *Synura Adamsii* Smith.
1, 3, 4. Einzelzellen. 2. Kolonie (nach Smith).

breit. Am vorderen Ende relativ wenige locker stehende kurze „Stacheln". Chromatophoren zwei, groß, wandständig und plattenförmig.

Unvollständig beschrieben, da die Angaben über das kontraktile Vakuolensystem, eventuell des Augenfleckes fehlen.

Länge der Zellen 42—47 μ, Breite 6,5—10 μ. (Fig. D.) Geißeln bis 17 μ lang.

Little Dam Pond; Little Long Pond.

Mit *Synura Adamsii* SMITH scheint identisch zu sein die *Synura australiensis* PLAYFAIR (Freshwater algae of the Lismoredistrict. Proceedings Linn. Soc. N.-S.-Wales Bd. 40 p. 315, Taf. 45 Fig. 4, 5) mit ebenfalls sehr langgestreckten, basal sehr lang und gleichmäßig verschmälerten Zellen, die vorn leicht abgestutzt sind und annähernd in der Mitte ein System von einer kontraktilen Vakuole haben. Es gibt keine „Randborsten" an. Doch schwankt gerade darin die Variation sehr.

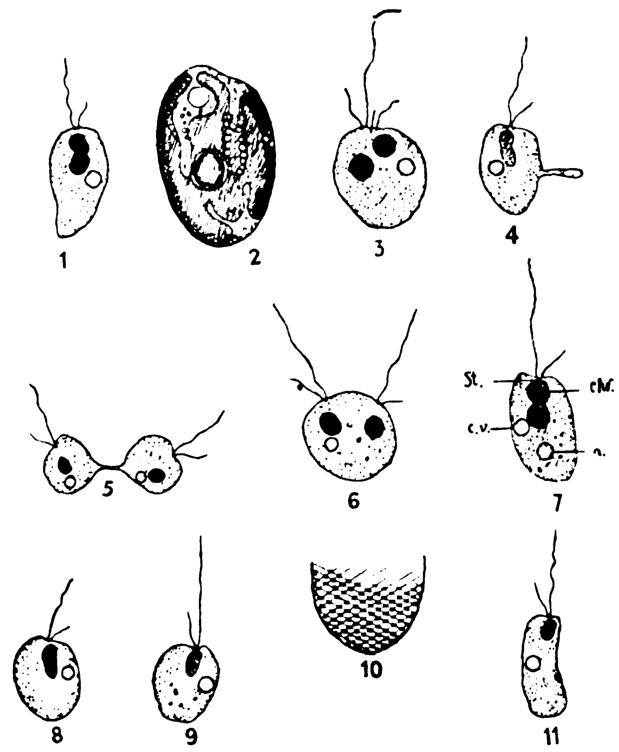


Fig. E.
1, 3, 4. 5, 6, 7, 8, 9, 11. *Ochromonas pallida* KORSCHIKOFF.
2. *Cryptomonas lobata* KORSCHIKOFF. 10. Struktur der Periplasten (nach KORSCHIKOFF).

Ochromonas pallida KORSCHIKOFF.

KORSCHIKOFF: Protistologische Beobachtungen. Russisches Archiv für Protistologie Bd. 3 p. 72, Taf. III Fig. 10—18 (1924). Russisch mit deutschen Diagnosen.

Protoplast sehr metabolisch länglich, verkehrt eiförmig bis fast kugelig, oft schief, vorn abgestutzt bis breit abgerundet und deutlich

ausgerandet. Kern gegen das Hinterende gelagert. Kontraktile Vakuolen ungefähr in halber Höhe. Hauptgeißel annähernd körperlang, Nebengeißel nur ein Viertel bis ein Sechstel davon. Vorn gelegen ein einziger, sehr kleiner, scheibchenförmiger Chromatophor, der am vorderen Rande einen kleinen punktförmigen Augenfleck hat. Längsteilung, die durch Längsteilung des Chromatophoren eingeleitet wird, wobei die eine Chromatophorenhälfte das alte Stigma mitbekommt, während die andere ihr Stigma neu bildet.

Länge 5—6 μ. (Fig. E1, 3—9, 11.)

Aus der Umgebung der Borodin'schen biologischen Station am Sseliger See (Gouv. Twer).

Ochromonas Wislouchii B. G. Skvortzow.

B. G. Skvortzow: Zur Kenntnis der Mandschurischen Flagellaten. Beih. z. Bot. Zentralbl. Bd. 41 Abt. 2 p. 312, Fig. 1.

Zellen metabolisch, verkehrt eiförmig bis verkehrt birnförmig, vorn breit abgerundet. Periplast glatt. Chromatophor einer, basal, becherförmig, das Vorderende breit freilassend. Augenfleck vorhanden. Kontraktile Vakuolen dieser Hauptgeißel $1^1/_3$ mal, Nebengeißel nur $^1/_5$ körperlang.

Länge 11—12 μ, Breite 8 μ. (Fig. F.)

Plankton des Flusses Sungari; Charbin.



Fig. F. Fig. G.

Fig. F. *Ochromonas Wislouchii* Skvortzow.
Fig. G. *Phaeococcus planktonicus* var. *oblonga* S. M. Smith.

***Phaeococcus planktonicus* var. *oblonga* Smith.**

G. M. Smith: The Phytoplankton of the Muskoke Region-Ontario Canada. Transactions of Wisconsin Ac. Vol. 20 p. 330.

Unterscheidet sich vom typischen *Phaeococcus planktonicus* G. M. Smith durch die eiförmigen bis ellipsoidischen Zellen, die in kleinen Gruppen in der Gallertkugel verteilt sind. Chromatophoren zwei, plattenförmig und wandständig mit kleinen Augenflecken.

Breite der Zellen 5—6 μ, Länge 8—10 μ. (Fig. G.)

Seen Nordamerikas.

Die Alge gehört genau so, wie der typische *Phaeococcus planktonicus* nicht zur Gattung *Phaeococcus*. Diese von BORZI aufgestellte Gattung stellt eine tetrasporal lebende Cryptomonade dar, während die von SMITH beschriebenen Formen sicherlich zu den Chrysophyceen gehören. Mehr darüber in der Arbeit über die Chrysophyceen.

Cryptomonadinae.

Cryptomonas lobata KORSCHIKOFF.

KORSCHIKOFF: Protistologische Beobachtungen. Russisches Archiv für Protistologie Bd. 3 p. 72, Taf. 3 Fig. 8—9 (1924).. Russisch mit deutscher Diagnose.

Zellen breit und plump eiförmig, basal abgerundet, vorn breit und schief abgeschrägt und ausgerandet, die Rückenseite gleichmäßig bogig zum oberen Ende der vorderen Abschrägung vorgezogen. Chromatophor sehr dunkel, fast schwarzbraun mit großen unregelmäßigen Lappen, annähernd in der Mitte mit einem Pyrenoid und wahrscheinlich schalenförmigen Assimilatkappen. Schlund über die Körpermitte hinreichend. Vorn im oberen Ende eine kontraktile Vakuole.

Länge 14,2 μ, Breite 9,8 μ. (Fig. G 2.)

Cryptomonas pusilla H. BACHMANN.

in: Charakterisierung der Planktonvegetation usw. Verh. Naturf. Ges. Basel Bd. 35, I. Teil, p. 165, Taf. 3 Fig. 5.

Zellen verkehrt eiförmig, basal verschmälert und gekrümmt, vorn breit abgerundet und leicht ausgerandet. Schlund bis zur Mitte der Zelle reichend. Chromatophor einer, muldenförmig, rücken- und wandständig. Axial ein glänzender Körper. Kaum, wie BACHMANN angibt, Leukosin.

Länge 7 μ, Breite 5 μ.

Vierwaldstätter See, Plankton.

Cryptomonas coerulea GEITLER.

GEITLER, L.: Die Microphytenbiocoenose der *Fontinalis*-Bestände des Lunzer Untersees und ihre Abhängigkeit vom Lichte. Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. 1922 p. 689.

Zellen vom Rücken her gesehen elliptisch, beidseits breit abgerundet; von der Seite gesehen elliptisch, basal breit abgerundet, mit gleichmäßig bogiger Rückenseite, die vorn leicht vorgezogen ist,

und mehr gerader Bauchseite; vorn breit schief abgestutzt und leicht ausgerandet. Schlund bis zur Mitte der Zelle reichend, schief gegen die Bauchseite gerichtet. Ein großer Chromatophor, der lappig ist und besonders an den beiden Breitseiten entwickelt ist. Pyrenoid rückenständig, annähernd in der Mitte der Zelle, groß mit geteilten Assimilatkalotten. In der Nähe des Pyrenoids ebenfalls fast in der Mitte ein großer Augenfleck. Geißeln kaum körperlang.

Farbe blau bis olivgrün. Lagerung des Kernes nicht angegeben. Bewegung sehr lebhaft.

Länge 8—10 μ, Breite 6—7 μ. (Fig. H a, b.)

Lunzer See.

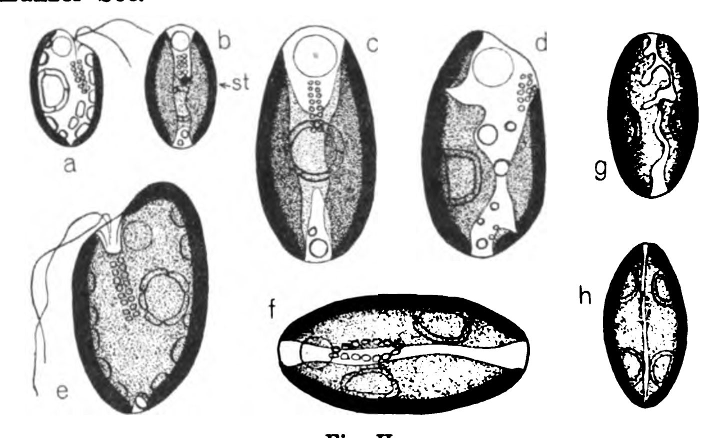


Fig. H.
a, b *Cryptomonas coerulea* Geitler. c, d *Rhodomonas rubra* Geitler.
e, f *Cryptomonas pyrenoidifera* Geitler.
g, h *Cryptomonas pyrenoidifera* Geitler (Rückenansicht).

Cryptomonas pyrenoidifera Geitler.

Geitler, L., a. a. O. p. 684.

Zellen vom Rücken her gesehen gestreckt elliptisch bis fast cylindrisch; beidseits verschmälert und dann stumpf endend. Von der Breitseite gesehen elliptisch, basal verschmälert und stumpf, mit gewölbter Rückenseite, die sehr stark über die vordere Ausrandung vorgezogen und hier abgerundet stumpf ist; Bauchseite wenig bogig bis fast gerade. Vordere Abschrägung sehr breit, Ausrandung seicht, Schlund in der Nähe der Bauchseite ausmündend, schief gegen die Rückenseite hin verlaufend. Chromatophoren zwei, sehr groß, die beiden Breitseiten ganz auskleidend und auf der Rückenseite einander mit ihren Rändern sehr genähert, oft beide stark gelappt. Augenfleck fehlend. Jeder Chromatophor mit einem

großen, der Breitseite anliegenden, übrigens verschieden hoch gelegenen Pyrenoiden und geteilten Assimilatkalotten.

Farbe olivgrün. Bewegung träge; Lage des Kernes nicht angegeben.

Länge 16—20 μ, Breite 9—7 μ. (Fig. H, e—h.)

Lunzer Seen.

Rhodomonas rubra Geitler.

Geitler, L.: Die Microphytenbiocoenose der *Fontinalis*-Bestände des Lunzer Untersees und ihre Abhängigkeit vom Lichte. Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie 1922 p. 684.

Zelle vom Rücken gesehen schwach eiförmig bis elliptisch, beidseits abgerundet stumpf. Von der Seite gesehen eiförmig basal abgerundet stumpf mit fast gleichmäßig bogiger Rückenseite, die leicht vorgezogen ist, Bauchseite fast gerade. Vordere schiefe Ausrandung ganz seicht. Chromatophor einer, sehr tief gelappt und manchmal fast in mehrere kleinere Chromatophoren zerlappt, besonders längs der beiden Breitseiten entwickelt. Pyrenoid eines groß, rückenständig und etwas unter der Mitte gelegen. Stärkehülle anscheinend aus mehreren Stücken bestehend.

Farbe leuchtend rot. Bewegung lebhaft, mitunter mit Drehung wie die Längsachse verbunden.

Länge 15—20 μ, Breite 8—10 μ. (Fig. H c, d.)

Lunzer See in Niederösterreich.

Angaben über Geißellängen und Schlund fehlen. Ebenfalls über die Lage des Kernes.

Volvocales (Phytomonadinae).

Pyramimonas Nadsoni Skvortzow.

Skvortzow, B. G.: Zur Kenntnis der Mandschurischen Flagellaten. Beih. z. Bot. Zentralbl. Bd. 43 p. 314, Fig. 5.

Zellen mit Schmal- und Breitseite. Breitseite breit eiförmig, basal breit abgerundet, vorn gerade abgestutzt und leicht ausgerandet. Von der Schmalseite gesehen verkehrt eiförmig, mit breit abgerundetem, fast geradem Vorderende. Membran mit Wärzchen versehen, die besonders nach vorn zu größer werden. Chromatophor glockenförmig. Pyrenoid in der Mitte gelegen. Die vier Geißeln körperlang.

Länge 18—19 μ, Breite 14—16 μ, Dicke 7,4 μ. (Fig. J a.)
An der chinesischen Eisenbahn, Nordmandschurei.

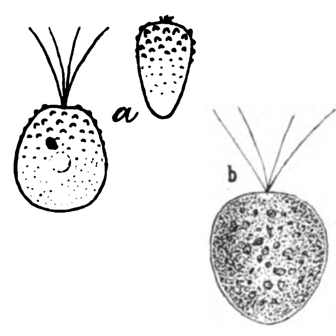


Fig. J.

Die Zugehörigkeit zu *Pyramimonas* ist nicht ganz sicher, da keine Angaben über die Teilung gemacht werden. Es kann sich auch um eine *Carteria* handeln, von welcher Gattung ähnliche warzige und ebenfalls dorsiventrale Formen beschrieben worden sind.

Fig. J.
a *Pyramimonas Nadsoni* Skvortzow.
b *Carteria ovata* Playfair.

Chlamydobotrys Korschikoff.

Korschikoff, A.: Zur Morphologie und Systematik der Volvocales. Russisches Arch. f. Protistenk. Bd. 3 p. 54.

Kolonien aus 8 oder 16 Zellen bestehend, ausnahmsweise aus einer anderen Anzahl von Zellen. Zellen zu vieren beisammenstehend und in solchen Kränzen zu mehreren übereinander angeordnet, so daß die die Zellen der aufeinanderfolgenden Kränze miteinander alternieren. Kolonie dadurch kugelig, traubig, ohne Gallerthülle, so gebaut wie bei *Spondylomorum.*

Einzelzellen ellipsoidisch bis verkehrt eiförmig, mit deutlicher Hülle, die basal verdickt ist oder schwanzartig absteht. Chromatophor groß muldenförmig, nach Korschikoff ohne Pyrenoid. Mit großem deutlichen Augenfleck.

Bei der Teilung werden keine plattenförmige *Gonium*-artige Stadien ausgebildet.

Die ganze Gattung erscheint mir noch unsicher; sie weicht von *Spondylomorum* eigentlich nur durch die Zahl der Geißeln ab, bei *Chlamydobotrys* zwei, bei *Spondylomorum* vier. Ob der Mangel an Pyrenoiden völlig konstant ist, wird durch die Tatsache, daß die Korschikoff'schen Figuren manchmal deutlich Pyrenoide wiedergeben, fraglich. Möglicherweise handelt es sich um zweigeißelige Rassen von *Spondylomorum.* Doch wissen wir gerade über die Variabilität der Zahl der Geißelpaare (und nur die Zahl der Paare variiert vielleicht) nichts. Jedenfalls soll auch die sehr vernachlässigte Gattung *Spondylomorum*, die eigentlich noch niemals genau unter-

sucht wurde, eingehend geprüft werden. Solange wird die Gattung *Chlamydobotrys* aufrecht erhalten werden müssen.

Chlamydobotrys stellata Korschikoff.

a. a. O. p. 55, Taf. 2 Fig. 1—9.

Zellen unregelmäßig verkehrt ei- bis birnförmig, gegen das Zentrum der Kolonie zu vorn kugelig verbreitert, basal unsymmetrisch verschmälert und leicht schwanzartig ausgezogen und gekrümmt. Membran sehr dünn und am Hinterende vom Protoplasten abgehoben.

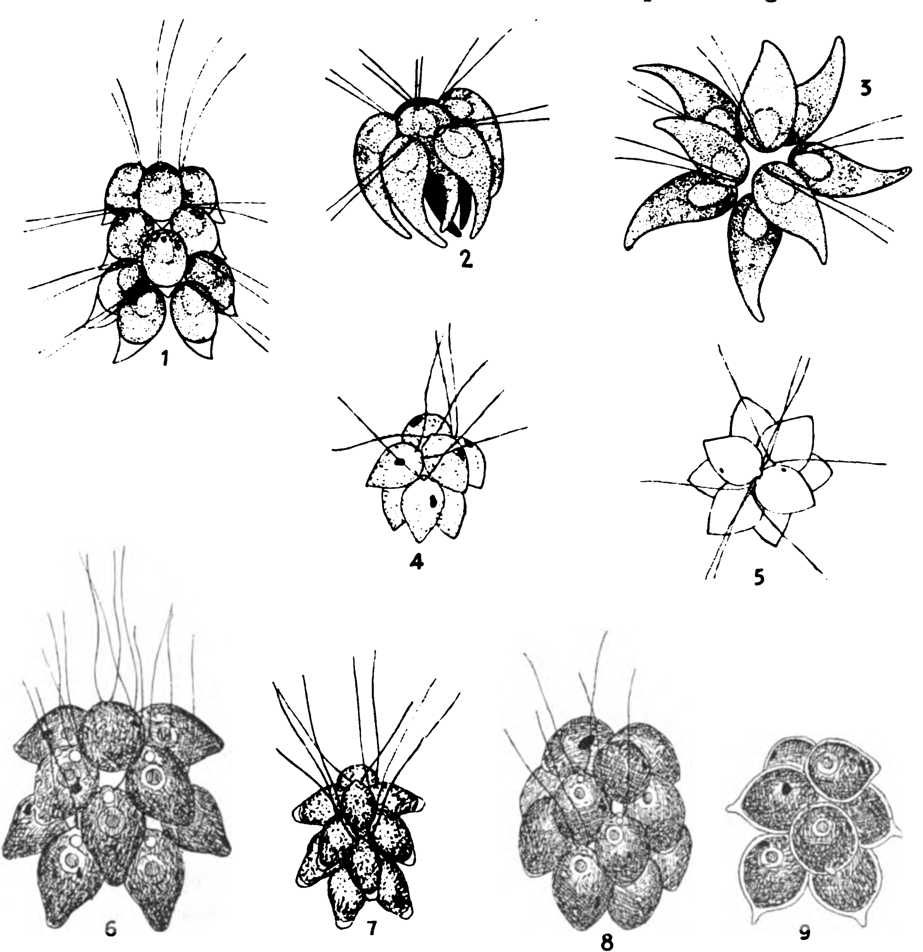


Fig. K. *Chlamydobotys* Korschikoff.
1—5 die von Playfair als *Spondylomorum quarternarium* var. *rostratum* aus Australien beschriebene Form. 6, 7 *Chlamydobotrys stellata* Korschikoff. 8, 9 *Chlamydobotrys gracilis* Korschihoff.

Chromatophor rein becherförmig, basal verdickt. Der relativ große, ovale Augenfleck etwas über der Mitte gelegen. Kern vorn gelegen. Kontraktile Vakuolen zwei, vorn gelegen.

Isogameten (zu 4—8 in den Zellen gebildet) beobachtet, ebenso die Copulation. Reife Zygoten werden nicht beschrieben.

Kolonie bis 40 μ groß; Einzelzellen bis 14 μ lang. (Fig. K 6, 7.)

Charkow (Rußland).

Chlamydobotrys gracilis Korschikoff.

a. a. O. p. 55, Taf. 2 Fig. 10—15.

Zellen verkehrt ei- bis birnförmig, basal verschmälert bis zugespitzt, vorn gegen die Achse der Kolonie bauchig erweitert. Membran zart, basal vom Protoplasten abstehend. Chromatophor becherförmig, basal nicht verdickt. Augenflecke unregelmäßig an Gestalt, die an der vorderen Zelle kleiner. Kern vorn gelegen. Kontraktile Vakuolen zwei.

Geschlechtliche Fortpflanzung kam nicht zur Beobachtung.

Kolonien bis 44 μ lang, Zellen bis 20 μ messend. (Fig. K 8, 9.)

Charkow.

Ich glaube kaum, daß die beiden Arten voneinander verschieden sind, sie stellen vielleicht nur extreme Varianten derselben Art dar.

Nach Korschikoff soll mit *Chlamydobotrys* auch *Pyrobotrys incurva* Arnoldi und *Chlamydosphaera Korschikoffii* Schkorbatow vereinigt werden.

Chlamydobotrys wurde bereits von Playfair (New and fresh water algae. Proc. Linn. Soc. N.-S.-Wales Vol. 45 p. 526, Taf. 46 Fig. 15—17) beobachtet. Er beschreibt und bildet diese Formen als *Spondylomorum quaternarium* var. *rostratum* ab, zeichnet je zwei Geißeln an jeder Zelle und gibt ausdrücklich das Fehlen der Pyrenoide an, außerdem auch im Gegensatz zu Korschikoff das Fehlen von Augenflecken.

Carteria ovata Playfair.

Playfair: Freshwater algae of the Lismore district. Proc. of Linn. Soc. N.-S.-Wales Vol. 51 P. 2 p. 335, Taf. 44 Fig. 17.

Zellen breit verkehrt eiförmig, vorn breit abgerundet und etwas flach, aber nicht ausgerandet, basal bogig verschmälert und fast spitz. Anscheinend mit sehr großen, weit nach vorn reichenden Chromatophoren, ohne Pyrenoid und ohne Augenfleck.

Länge 16 μ, Breite 12 μ. (Fig. J b.)

Lismore, unvollständig beschriebene Art.

Phacotus rectangularis Playfair.

Playfair, a. a. O. Bd. 40 (1918) Part 2 p. 335, Taf. 42 Fig. 15; Taf. 43 Fig. 2.

Schalen von der Breitseite kreisrund, sehr rauh, mit sehr schmalen sich schief kreuzenden Faltensystemen grob genetzt, von der Schmalseite im optischen Schnitte, gestreckt rechteckig. Protoplast mit kleiner Papille aus der Schale hervorragend, mit zwei relativ kurzen Geißeln. Protoplast nicht näher beschrieben.

Durchmesser 18—22 μ, Dicke 10 μ. (Fig. L 1, 2.)

Lismore.

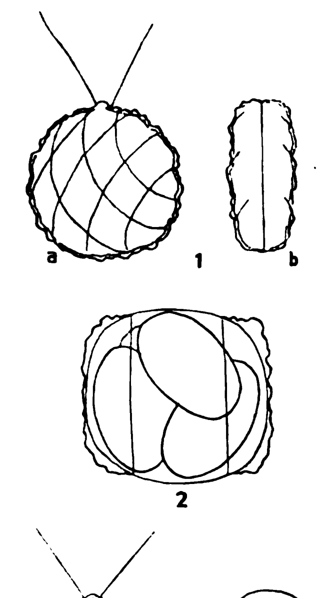


Fig. L.
1, 2 *Phacotus rectangularis* Playfair
a) von der Breitseite. b) von der Schmalseite.
2 Teilung
3 *Phacotus reticulatus* Playfair
a) von der Breitseite. b) von der Schmalseite.

Phacotus reticulatus Playfair.

Playfair, a. a. O. wie die vorige Art, p. 336, Taf. 42 Fig. 16.

Schalen von der Breitseite gesehen kreisrund mit glattem Rande, mit unregelmäßigen, netzförmigen glatten Streifensystemen, dazwischen granulierte Felder. Von der Schmalseite mit breit elliptischem Umriß. Protoplast papillös hervorragend.

Durchmesser 22 μ. (Fig. L 3.)

Lismore.



Eugleninae.

Euglena charkowiensis Svirenko, var. *minor* Skvortzow.

Skvortzow, B. G.: Zur Kenntnis der der Mandschurischen Flagellaten. Beih. z. Bot. Zentralbl. Bd. 41, Abt., p. 312.

Zellen 55,5—74 μ lang, 12—15,5 μ breit, mit einer Endspitze, Periplast stark spiralig gestreift. Zwei ringförmige Paramylonkörper.

Nord-Mandschurei, Station Chen der chinesischen Eisenbahn.

Eutreptia Pascheri Skvortzow.

Skvortzow, B. G.: a. a. O. p. 313, Fig. 2.

Zellen verkehrt eiförmig bis spindelförmig, basal sehr verschmälert und lang zugespitzt. Chromatophoren zahlreich sternförmig. Paramylonkörner rund oder cylindrisch. Geißeln 60 μ lang. Augenfleck vorhanden.

Länge 51,8, Breite 22,5 μ. (Fig. M 1.)

Stehende Gewässer um Charbin.

Fig. M.
1 *Eutreptia Pascheri* Skvortzow.
2 *Phacus setosa* var. *crenata* Skvortzow.
3 *Phacus pleuronectes* var. *Swirenkoana* Skvortzow.
4 *Menoidium oblongum* Skvortzow.
5 *Menoidium curvatum* Skvortzow.
6 *Anisonema Steinii* Skvortzow.

Fig. N.
Trachelomonas biseta Schiller.

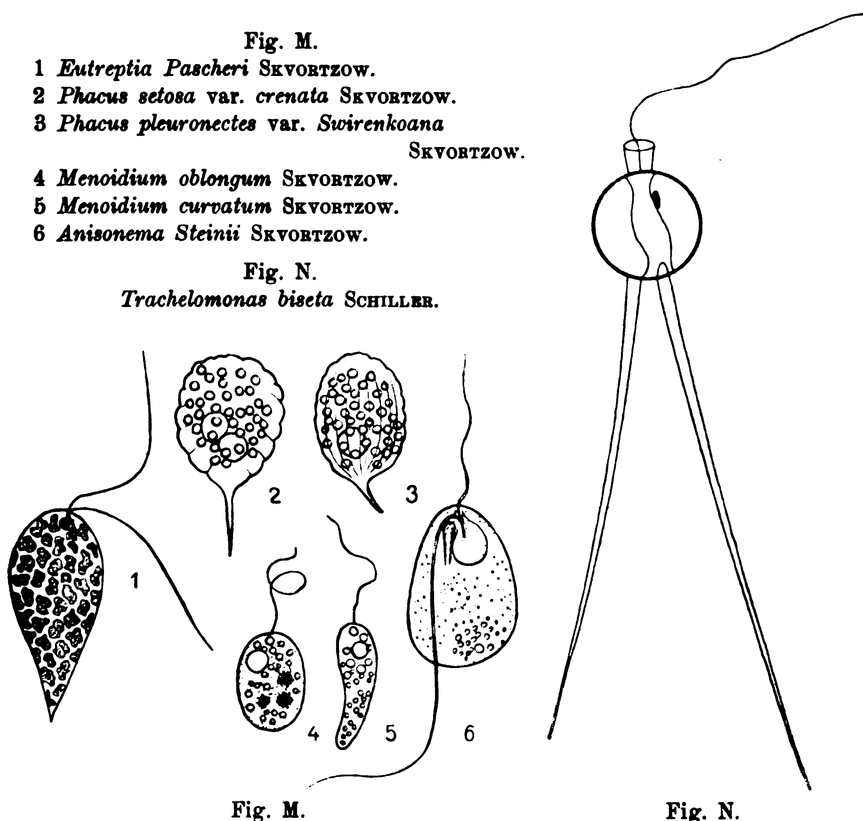


Fig. M. Fig. N.

Trachelomonas biseta Schiller.

Schiller, J.: Beiträge zur Kenntnis des Pflanzenlebens mitteleuropäischer Gewässer I—III. — Öster. Bot. Zeitschr., Bd. 73 p. 1, Fig. 1.

Gehäuse kugelig mit relativ breiter Mündung und cylindrischem, gerade abgeschnittenen Kragen. Basal zwei lange, leicht divergierende Borsten, die gegen die Spitze zu sehr dünn auslaufen elastisch

biegsam sind. Chromatophoren zwei, gelbbraun (?), schalenförmig die Wand sehr anliegend. Geißel schmal körperlang.

Gehäuse 13—16 μ im Durchmesser, Kragen 2,5 μ hoch. Fig. N.

Bewegung ruhig. In der Beschreibung wird von einem Stigma nicht gesprochen, in der Originalfigur ist aber am linken Chromatophoren deutlich ein sichtbares Fleckchen zu bemerken. SCHILLER gibt gelbbraune Chromatophoren an, die allerdings in der Gattung *Trachelomonas* nicht üblich sind.

Phacus pleuronectes var. *Swirenkoana* SKVORTZOW.

SKVORTZOW, B. G.: a. a. O. p. 317.

Membran spiralig gestreift. Ein ringförmiger Paramylonkörper. Endstachel 8,2 μ lang.

Länge 40 μ, Breite 23,14 μ. (Fig. M 3.)

Wasserpfütze Station Chen. Nord-Mandschurei.

Phacus setosa FRANCÉ var. *crenata* SKVORTZOW.

SKVORTZOW, B. G.: a. a. O. p. 313 Fig. 4.

Zellen breit oval, vorn ausgerandet. Endstachel 18—19 μ lang, schwach abgesetzt. Membran spiralig gestreift, wellig. Zwei ringförmige Paramylonkörper.

Länge 55 μ, Breite 25—26 μ (Fig. M 2).

Station Chen. Nord-Mandschurei.

Menoidium oblongum SKVORTZOW.

SKVORTZOW, B. G.: a. a. O. p. 313. Fig. 6.

Zellen breit ellipsoidisch, beidseits breit abgerundet, starr. Membran glatt. Kern fast zentral. Paramylonkörper oval, zu mehreren in einer Zelle. Geißel $1^1/_2$ mal körperlang.

Länge 22,5 μ, Breite 14,8 μ (Fig. M 4).

Winterplankton des Sees bei Charbin.

Menoidium curvatum SKVORTZOW.

SKVORTZOW, B. G.: a. a. O. p. 313 Fig. 7.

Zellen leicht gekrümmt, nach vorn verbreitert und breit abgerundet basal verschmälert und ebenfalls abgerundet. Membran glatt. Paramylonkörner rundlich. Zellkern zentral. Geißel körperlang.

Länge 25,9 μ, Breite 7 μ (Fig. M 5).

Winterplankton des Sees bei Charbin.

Anisonema Steinii Skvortzow.

Skvortzow, B. G.: a. a. O. p. 312 Fig. 8.

Zellen abgeplattet, von der Breitseite gesehen breit eiförmig, beidseits breit abgerundet. Periplast deutlich glatt. Mundöffnung unter der Geißelbasis in der Bauchfurche. Eine Haupt- und eine Nebenvakuole. Schwimmgeißel 25 μ lang, Schleppgeißel 48—49 μ. Ernährung animalisch.

Länge 25—27 μ, Breite 16—20 μ (Fig. M 6).

Stehende Gewässer um Charbin.

Gemischte Populationen von *Ceratium hirundinella* (O. F. M.) Schrank und ihre Deutung.

Von
V. H. Langhans.

(Hierzu 34 Textfiguren.)

Verschiedene Autoren, die sich mit der Variabilität von *Ceratium hirundinella* beschäftigt haben, berichten, daß sie in diesem oder jenem See neben den individuellen und Saisonvarianten einer Form, die durch Übergänge miteinander verbunden waren, noch eine zweite, selbständige Form beobachtet hätten.

Eine Deutung dieser Erscheinung, einen Versuch, sie zu erklären, finde ich jedoch nirgends in der Literatur. Nur Wesenberg-Lund (1908, p. 65, 67, 69, 71) spricht darüber insofern, als er die im Sorösö, Tjustrupsö und Haldsö beobachteten zweiten Formen, die durch keinerlei Übergänge mit der Hauptform verbunden sind, als Warmwasserform oder „separate summerform" bezeichnet und hervorhebt, daß sie erst im Juni erscheinen, mit steigender Temperatur an Zahl zunehmen, den Hauptbestandteil des Sommermaximums der Art bilden und noch vor September wieder verschwinden. Wie er sich den Zusammenhang dieser Sommerformen mit der Hauptform vorstellt, sagt er nicht. Er betont vielmehr (l. c. p. 69) ausdrücklich, daß sie plötzlich erscheinen und daß er keine Übergangsformen zwischen ihnen und den Hauptformen gefunden hat. Trotzdem scheint er einen Zusammenhang anzunehmen, da er sagt: they seem to be fixed seasonal varieties, still this is a mere supposition. Aber er äußert sich nicht darüber, wie er sich das Weiterbestehen

der Hauptform neben dieser „fixierten“ Sommerform vorstellt und wo diese Form herkommt.

Die anderen Autoren verzeichnen meist bloß die Tatsache, insofern ihnen das Nebeneinander zweier selbständiger Formen in einem See überhaupt aufgefallen ist. Eine Stellungnahme kommt nur insofern vor, als sie entweder von zwei verschiedenen Arten sprechen (Zacharias im Comersee; zitiert nach Wesenberg-Lund 1908), eine der Formen als Varietät bezeichnen (Levander 1894: var. *furcoides*), oder die Erscheinung mit der Erklärung der verschiedenen Formen als Saisonvariationen abtun.

Ich will hier nur die wichtigsten Literaturangaben anführen: Apstein (1896, p. 151) fand im großen Plöner See Anfang April neben der typischen *gracile*-Form (nach Bachmann) in überragender Zahl eine schlanke Form, welche an das marine *C. furca* erinnert. Levander (1894) hatte diese Form als var. *furcoides* bezeichnet. Ende April war die *gracile*-Form wieder vorherrschend. Im Ratzeburger See fand er die var. *furcoides* Levander neben einer Form, die zwischen den Bachmann'schen Formen *gracile* und *scotticum* einzuschalten wäre. Hier waren die Formunterschiede „am ausgeprägtesten“. Trotzdem hält er die Aufstellung einer var. „*furcoides*“ durch Levander nicht für gerechtfertigt; denn „nach Lauterborn's Befunden ist es ja wahrscheinlich, daß alles Saisonformen der einen Art sind“. Lauterborn hatte die „*furcoides*“-Form schon 1893 beobachtet und erwähnt (p. 6), daß sie „vollständig dem *Ceratium furca* Ehrbg. gleicht“. Apstein weist allerdings (l. c. p. 151, Fig. 49 u. 51) durch Gegenüberstellung von Mikrophotographien nach, daß die Übereinstimmung nur eine ganz grobe ist, daß aber das marine *C. furca* sich ganz wesentlich von *furcoides* unterscheidet.

Über das Verhältnis der var. *furcoides* zur typischen *hirundinella*-Form äußert sich Lauterborn später (1903, p. 603) ganz dezidiert in dem Sinne, daß *furcoides* eine Saisonvariation von *hirundinella* sei. Er fand sie im Altrhein bei Neuhofen. Von Anfang April ab fand er „robuste breite Exemplare, hinten mit drei Hörnern, von denen die beiden äußeren stark divergieren“. Von Juli ab „macht sich die Tendenz geltend, das linke Hinterhorn immer mehr zu verkürzen, bis es schließlich völlig verschwindet. Hand in Hand mit dieser Reduktion geht eine Verschmälerung des Querdurchmessers, sowie eine stetige Abnahme des Winkels, welchen das rechte Hinterhorn mit der Längsachse des Körpers bildet. Das Endresultat ist eine sehr schlanke Form mit langen Hörnern, die in ihrem Umriß so dem marinen *Ceratium furca* Ehrbg.

gleicht, daß LEVANDER dieselbe als var. *furcoides* bezeichnet. Ihr gehören so gut wie ausschließlich die zur Zeit des Häufigkeitsmaximums der Art (Ende Juli bis Anfang September) auftretenden Individuen an; ebenso die letzten, Ende Oktober aus dem Plankton verschwindenden". In einer Fußnote auf derselben Seite erwähnt LAUTERBORN, daß auch die allerersten, Ende Februar bis Anfang März aus den überwinternden Cysten ausschlüpfenden Individuen „hinten zweihörnig" sind, „also genau wie die Exemplare, die im vorausgehenden Herbst den Beschluß der Vegetationsperiode bildeten und nach ihrer Encystierung aus dem Plankton verschwanden". Er spricht dann von einer relativ sehr raschen „Umbildung dieser Erstlinge in die breite, hinten dreihörnige Frühlingsform".

Wenn diese Schilderung LAUTERBORN's auf richtiger Beobachtung beruhte, müßten im Altrhein bei Neuhofen alle dreihörnigen Formen die *furcoides*-Gestalt gehabt haben. Dann wäre allerdings die *furcoides*-Form im Altrhein eine Saisonform von *C. hirundinella.* Die Darstellung ist jedoch zu lückenhaft, um alle Zweifel an einer einwandfreien Beobachtung zu beseitigen. LAUTERBORN sagt nichts darüber, wie seine Ceratien in der Zeit von Anfang September bis Ende Oktober ausgesehen haben. Man weiß auch nicht, was er unter „so gut wie ausschließlich" versteht. LAUTERBORN ging darauf aus, cyclische Variationen bei verschiedenen Planktonorganismen zu finden. Es ist daher sehr leicht möglich, daß er auf Grund seiner vorgefaßten Meinung ganz übersehen hat, daß neben den schlanken *furcoides*-Formen auch dreihörnige Individuen der breiteren Formen vorhanden waren, wie in den von WESENBERG-LUND und APSTEIN erwähnten Fällen.

Eine ganze Reihe von gemischten *Ceratium*-Populationen erwähnt LEMMERMANN (1910, p. 647) in seiner Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Er erwähnt solche vom Großen Plöner See, den Ausgrabenseen bei Plön, Grimstorpsjön (Schweden), Yddingen, Lago di Varano und Lago di Monate. Im Großen Plöner See wird er wohl die beiden schon von APSTEIN erwähnten Formen gefunden haben. Im Unteren Ausgrabensee fand er „eine lange schlanke" (wohl *furcoides* LEVANDER), „sowie eine kurze zierliche dreihörnige Form" nebeneinander. Letztere bildet er in Fig. 39, p. 639 ab. Sie entspricht etwa *gracile* BACHMANN. Die im Grimsdorpsee, Yddingen, Lago di Varano und Lago di Monate nebeneinander gefundenen verschiedenen Formen bildet er auf S. 639 ab. In diesen vier Fällen handelt es sich nicht um die bisher besprochenen Formenzusammenstellungen, *furcoides* mit typischer *hirundinella*, die auf den

ersten Blick als selbständige Formen auffallen, sondern um feinere Unterschiede, die den anderen Autoren entgangen sind. Trotzdem hat Lemmermann recht, wenn er diese nebeneinander vorkommenden Formen als „zwei deutlich verschiedene Formen“ bezeichnet. Zum besseren Verständnis gebe ich auf Taf. III Kopien nach den Figuren Lemmermann's.

Bei Betrachtung der Figuren dieser Tafel III fällt wohl der Unterschied zwischen den Fig. 26 u. 27 einerseits und 28 u. 29 andererseits aus dem Lago di Varano sofort auf. Ebenso ist Fig. 32 aus dem Lago di Monate deutlich von 33 u. 34 aus demselben See verschieden. Dabei entspricht Fig. 32 aus dem Monate genau den Fig. 28 u. 29 aus dem Varano, während andererseits 33 u. 34 aus dem Monate im allgemeinen viel Ähnlichkeit mit 26 u. 27 aus dem Varano aufweisen.

Weniger deutlich sind die Unterschiede im Grimbstorpsjön und Yddingen. Wenn man aber die beiden Fig. 24 u. 25 aus Grimstorpsjön mit den Abbildungen der Ceratien aus den beiden italienischen Seen vergleicht, so kann man immerhin erkennen, daß Fig. 25 dem allgemeinen Typus der Fig. 28, 29 u. 32 entspricht, Fig. 24 aber den Fig. 26, 27, 33 u. 34. Die Formen aus Yddingen (Fig. 30, 31) zeigen andere Typen.

Ich selbst habe gemischte *Ceratium*-Populationen in drei Seen angetroffen: Im Attersee (Oberösterreich), im Lago Trasimeno und im Großen Plöner See.

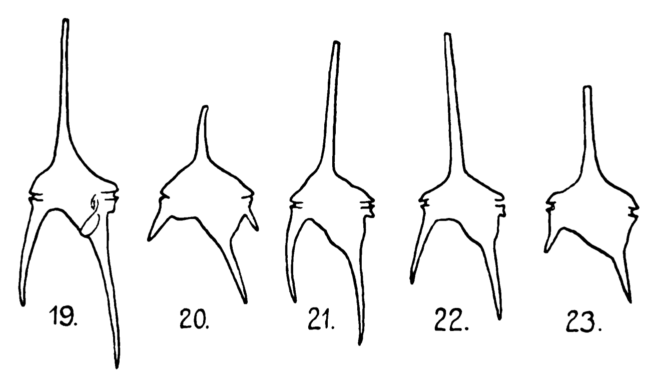
Das Material aus dem Lago Trasimeno verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Leiters der Hydrobiologischen Station am Trasimenersee, Herrn Prof. Oswaldo Polimanti. Es stellt einen Planktonfang vom 27. Juli 1922 dar. Hier sehen wir (Taf. II Fig. 21—23) deutlich zwei verschiedene Typen von *Ceratium hirundinella*, die ganz deutlich den beiden Typen Lemmermann's aus den Seen Varano und Monate entsprechen. Dasselbe fand ich in einem Material aus dem Attersee vom 1. Sept. 1895, das ich in der Kölbelsammlung im Wiener naturhist. Hofmuseum fand (Taf. II, Fig. 19 u. 20). Übrigens traf ich beide Formen im Attersee auch im September 1907 wieder an. Während jedoch im Trasimeno die „schlanke“ Form (Taf. II, Fig. 21, 22) dominierend auftrat und die gedrungene Form (Taf. II, Fig. 23) nur ganz vereinzelt gefunden wurde, herrschte im Attersee die gedrungene Form (Taf. II, Fig. 20) vor.

Im Großen Plöner See fand ich am 30. Sept. 1922 in einem Planktonfang 3 verschiedene selbständige Formen (Taf. I, Fig. 1—18). Die eine Form, die sofort als völlig in sich abgeschlossen erkennbar



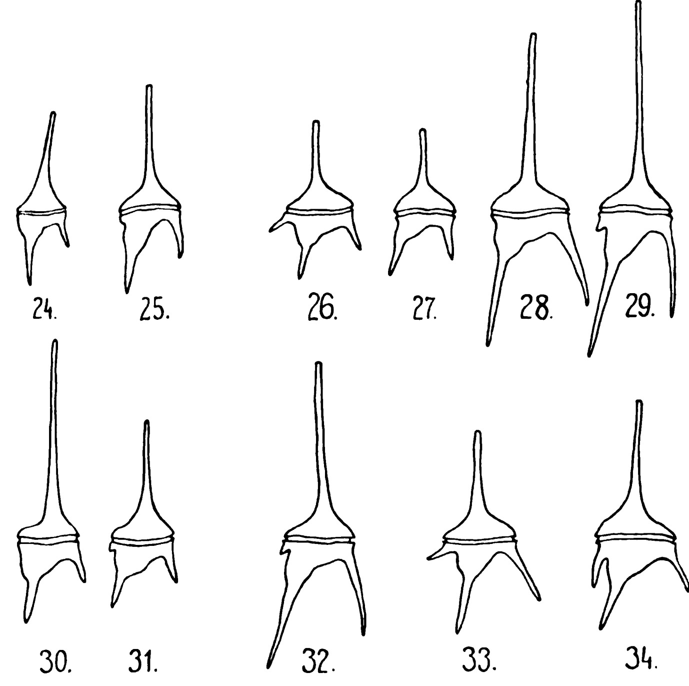
Tafel I.

Fig. 1—12. *Ceratium hirundinella* aus dem Gr. Plöner See, 30. September 1922.
Fig. 13—18. *Ceratium furcoides* Lev. aus dem Gr. Plöner See, 30. September 1922.



Tafel II.

Fig. 19, 20. *Ceratium hirundinella* aus dem Attersee (Oberösterreich), 1. Sept. 1895.
Fig. 21—23. *Ceratium hirundinella* aus dem Lago trasimeno, 22. Juli 1922.



Tafel III.

Fig. 24, 25. *Ceratium hirundinella* aus Grimpstorpsjön (Schweden) (nach LEMMERMANN).
Fig. 26—29. *Ceratium hirundinella* aus dem Lago di Varano (nach LEMMERMANN).
Fig. 30, 31. *Ceratium hirundinella* aus Yddingen (Schweden) (nach LEMMERMANN).
Fig. 32—34. *Ceratium hirundinella* aus dem Lago di Monate (nach LEMMERMANN).

ist, entspricht der var. *furcoides* Levander (Taf. I, Fig. 13—18). Sie ist nicht nur wesentlich schlanker als die anderen Formen, sondern sie besitzt auch einen viel zarteren Panzer und eine andere Farbe, welche mehr ins Grüne sticht.

Die beiden anderen Formen repräsentieren das Formenpaar der italienischen Seen. Fig. 1—4 (Taf. I) vertritt die gedrungenere Form, Fig. 8—12 die schlankere Form. Ebenso Fig. 5—7. Die Unterschiede sind hier jedoch nicht so scharf wie in den italienischen Seen. Bei den Fig. 2 u. 8 fällt die Verschiedenheit sofort auf; Fig. 5—7 u. 12 könnten fast als Zwischenformen gelten, obwohl sie immer noch deutlich genug zur schlankeren Form gehören.

In den drei Planktonproben waren nicht nur dreihörnige Individuen vorhanden. Mit Ausnahme der *furcoides*-Form (Taf. I, Fig. 13—18) hatten alle anderen sowohl drei- wie vierhörnige Vertreter. Ich habe nur zum Zwecke eines besseren Vergleiches durchwegs womöglich dreihörnige Exemplare für die Abbildungen ausgewählt.

Aus den geschilderten Tatsachen geht unleugbar hervor, daß Ceratienpopulationen, die aus zwei oder mehr sicher unterscheidbaren Formen bestehen, nicht allzu selten in Seen vorkommen. Ihre gegenseitigen Beziehungen sind jedoch weniger klar. Daß die Erklärung Lauterborn's, der sie als Glieder einer cyclischen Variation auffaßt, nicht befriedigen kann, habe ich schon erwähnt. Wenn auch Lemmermann's Behauptung, daß im Altrhein alle dreihörnigen Individuen den *furcoides*-Typus zeigen, richtig wäre, so wäre dies noch kein Beweis für die Zugehörigkeit der *furcoides*-Formen zu einem gemeinsamen Saisoncyclus mit den gedrungeneren und breiteren Formen. Das beweist schon der Umstand, daß die gedrungenere Form in anderen Seen ebenfalls dreihörnige Individuen hervorbringt, die gleichzeitig mit den *furcoides*-Individuen angetroffen werden. Die letzteren können daher kein Produkt der Anpassung an besondere klimatische Verhältnisse sein; denn in diesem Falle wäre nicht abzusehen, warum zur gleichen Zeit und am gleichen Orte neben den *furcoides*-Formen auch ebenfalls dreihörnige Individuen gefunden werden, die deutlich den Typus der gedrungenen Formen beibehalten haben.

Lauterborn's Behauptung, daß alle im Frühjahre aus den Cysten ausschlüpfenden Individuen *furcoides*-förmig seien und sich erst nachträglich in die breite, hinten dreihörnige Frühlingsform verwandeln, ist ungenügend gestützt und kann angezweifelt werden. Sie stimmt jedenfalls nicht zu Wesenberg-Lund's Mitteilungen, der

ihr Auftreten stets erst im Mai bis Juni beobachtete. Auch der Umstand, daß Lauterborn die *furcoides*-Form als letzte Herbstform beobachtet haben will, von der dann ausschließlich die Wintercysten gebildet werden, stimmt nicht zu Wesenberg's Beobachtung, daß *furcoides* Anfang September verschwindet, während die breitere Form noch bis zum Spätherbst angetroffen wird. Wäre Lauterborn's Beobachtung richtig, dann könnte Wesenberg's These, daß *furcoides* eine separate Warmwasser-, also Sommerform darstellt, nicht so allgemein gelten, wie es Wesenberg annimmt.

Aus diesen Widersprüchen kann uns die Variationsstatistik allein keinen Ausweg bieten.

Wenn wir die beobachteten Tatsachen richtig beurteilen und alle Widersprüche lösen wollen, dürfen wir nicht bei der Variationsstatistik stehen bleiben. Wir müssen vielmehr trachten, überhaupt etwas tiefer in das Wesen der Variationen unseres *Ceratiums* einzudringen.

Auf diesem Wege stoßen wir sehr bald auf die gewiß sehr auffallende Tatsache, daß die meisten Autoren, die sich bis in die jüngste Zeit mit *Ceratium hirundinella* beschäftigt haben, die Ergebnisse der neueren Erblichkeitsforschung nicht zu kennen scheinen oder doch deren wesentlichsten Inhalt nicht erfaßt haben.

Sie behandeln jede Population von *Ceratium* immer noch als eine Einheit. Wir wissen aber — oder müssen es als ungemein wahrscheinlich annehmen, daß dem nicht so ist, daß vielmehr jede Population variabler Arten ein Gemisch aus einer mehr oder minder großen Zahl reiner Linien besteht.

Bei Organismen mit geschlechtlicher Fortpflanzung werden diese reinen Linien fortwährend durcheinandergekreuzt. Es entsteht so eine Population aus Kreuzungsprodukten, welche verschiedene Erbtendenzen in mannigfaltiger Mischung darstellen. Unter diesen Kreuzungsprodukten müssen aber nach dem Mendel'schen Spaltungsgesetz stets auch Individuen vorkommen, welche die in der Population vorhandenen Erblichkeitstendenzen, Erbanlagen, rein enthalten. Es ist daher möglich, bei geeigneter Auswahl alle einzelnen Grundformen des Gemisches rein herauszuzüchten.

Bei Organismen, die sich nur auf vegetativem Wege vermehren, liegt die Sache ganz anders. Hier ist eine Vermengung der Erbanlagen, eine Erzeugung von Zwischenformen durch Kreuzung ganz ausgeschlossen. Wenn in einer solchen Population mehrere verschiedene Formen mit erbfesten eigenen Merkmalen nebeneinander leben, so besteht keine Möglichkeit einer Bildung von Mischformen

durch Kreuzung Die reinen Linien bleiben selbständig und völlig unbeeinflußt.

Ceratium hirundinella scheint nach allem, was wir bisher wissen, zur letzteren Gruppe zu gehören. ZEDERBAUER will wohl Conjugation und Zygotenbildung beobachtet haben. Doch wird diese Behauptung von allen neueren Autoren mit Recht angezweifelt. Eine einwandfreie Beobachtung von Conjugationen bei *Ceratium* konnte bisher nicht gemacht werden. Bei der großen Anzahl von Forschern, die dieser Frage viel Zeit gewidmet haben, ohne irgendein Anzeichen von wirklich stattfindender Conjugation zu finden, muß zumindest als sicher angenommen werden, daß Conjugation und Zygotenbildung sehr selten vorkommt, so daß wir praktisch die *Ceratium*-Populationen als ein Gemenge von lediglich durch Teilung sich vermehrenden Formen betrachten können.

Ist das der Fall, dann ist keine Population eine zusammenhängende Einheit. Sie wäre es nur, wenn alle Individuen von einem einzigen Exemplar abstammten, was höchst unwahrscheinlich ist.

Jede *Ceratium*-Population in irgendeinem See muß dadurch entstanden sein, daß irgendeinmal wenigstens ein *Ceratium* oder eine *Ceratium*-Cyste auf passivem Wege in den See gelangte. Wie diese passive Übertragung zustandekam, können wir uns sehr gut vorstellen: Wo Ceratien vorkommen, werden zu Zeiten Dauercysten gebildet. Diese haben eine sehr geringe Schwebefähigkeit und sinken daher zu Boden, wo sie auf dem Schlamme oder in der obersten Schlammschicht liegen bleiben. Hier behalten sie ihre Keimfähigkeit ziemlich lange. Sie entwickeln sich erst wieder zu freien Flagellaten, wenn die Cysten in günstige Verhältnisse kommen.

Das wird den Cysten, welche in der Seetiefe im Schlamme liegen, selten passieren. Aber nicht nur im Grundschlamm, sondern auch im Uferschlamm werden zahlreiche Cysten abgesetzt, da ja die Cysten unmittelbar nach ihrer Bildung frei im Plankton schweben und daher auch in der Uferregion zu Boden sinken, überdies aber auch vom Winde mit dem Oberflächenwasser gegen den Strand getrieben und dort abgesetzt werden. Der Uferschlamm wird daher zur Zeit der Cystenbildung zahlreiche *Ceratium*-Cysten enthalten.

Diese Zeit ist der Herbst, die Zeit, in der viele Vögel auf die Wanderschaft gehen oder lebhaft umherstreichen. Strandvögel, die am Ufer waten, Enten usw., aber auch andere Zug- und Strichvögel, die sich gerne am Wasser niederlassen, um zu trinken und zu baden, beschmutzen sich die Füße mit Schlamm und tragen den Schlamm

an ihren Füßen mit fort. Die Schlammkruste wird während des Fliegens trocken und lockert sich von der Unterlage. Wenn der Vogel wieder ans Wasser kommt, fallen die trocken Krusten leicht ab, lösen sich im Wasser und lassen die mit dem Schlamm angetrockneten Cysten frei, so daß sie sich an einem neuen Standort entwickeln können.

Daß auf diese Weise die meisten unserer Süßwassermicroorganismen wandern, ist bekannt. Maupas hat es vor Jahren experimentell nachgewiesen.

Wenn auf diese Weise eine *Ceratium*-Cyste in einen See gelangt, so ist es höchstwahrscheinlich, ja völlig gewiß, daß außer dieser einen noch mehrere andere Cysten in den See gelangen und daß dies nicht nur einmal, sondern wiederholt, wahrscheinlich in jedem neuen Herbst — und wohl auch Frühjahr, geschieht.

Bietet der See überhaupt ein für die Entwicklung und den Bestand von *Ceratium* günstiges Milieu, so wird eine Population entstehen, die ihren Ausgang nicht von einer einzigen, sondern wohl stets von mehreren Cysten nimmt. Und es werden wohl sehr wahrscheinlich alle diese Cysten nicht aus einem einzigen Ursprungsort herstammen, sondern von mehreren.

Nun müssen wir versuchen, uns vorzustellen, was mit den Ceratien, die in den See geraten sind, weiter geschieht.

Kommen sie im Herbst in den See, so werden sie den Winter über liegen bleiben und erst im nächsten Frühjahr ausschlüpfen. Werden sie im Frühling in den See gebracht, so werden sie sich sehr bald oder sofort entwickeln.

Sind die Lebensbedingungen im See für die Art günstig, so wird bald eine starke Vermehrung aller oder der meisten aus den Cysten geschlüpften Ceratien stattfinden. Sind schon Ceratien im See vorhanden, so werden sich die neuangekommenen zwischen ihnen vermehren, ohne daß eine Amphimixis stattfindet; denn es findet ja wahrscheinlich keine Conjugation statt. Es werden daher alle alten Insassen und alle Neuangekommenen ihre eigene selbständig bleibende Nachkommenschaft erzeugen und wir müßten daher erwarten, daß jeder See ein Gemisch zahlreicher, sehr verschiedener Formen bergen wird, die miteinander absolut nichts gemein haben.

Das ist aber im allgemeinen nicht der Fall. Wir sehen vielmehr, daß die meisten Seen im großen recht einheitliche *Ceratium*-Formen enthalten und höchstens 2 oder 3 deutlich verschiedene Stämme aufweisen. Die Ursache hierfür ist dort zu suchen, wo der Grund für die Ausbildung der zahlreichen verschiedenen Lokalformen liegt.

Ceratium weist bekanntlich so viele Lokalrassen auf, daß man fast für jeden See eine eigene Form aufstellen könnte. Das kann nur in der Weise erklärt werden, daß diese Lokalformen ein Produkt des formbildenden Einflusses der lokalen Milieuverhältnisse sind. *Ceratium hirundinella* ist sehr plastisch, verändert unter dem Einfluß spezifischer Milieubedingungen sehr leicht seine Gestalt.

Solche milieubedingte Gestaltveränderungen sind nach unserer Erfahrung stets ganz bestimmt gerichtet: Schwere belgische Pferde, die in der russischen Steppe rein weitergezüchtet wurden, verwandelten sich nach einigen Generationen in typisch russische Steppenpferde. Jede Rinderrasse, die in der ungarischen Pußta eingeführt und rein weitergezüchtet wird, verwandelt sich nach einiger Zeit in das langhörnige ungarische Steppenrind. Will man die Form der eingeführten Rasse dauernd erhalten, so muß man für ständige Blutauffrischung durch neu importierte Originalrassetiere sorgen.

Bei den Ceratien, die, wie unsere Haustiere, zahlreiche Lokalrassen bilden, dürfen wir annehmen, daß die Milieuverhältnisse, ebenso wie dort, jede neu eingewanderte Form nach einigen Generationen in die für den See typische Lokalform verwandeln werden — wenn die Form plastisch ist. Diese Anpassung und Einordnung in die Lokalrasse kann auch durch Nachschub neuer Individuen der zuerst eingewanderten Form nicht aufgehalten werden, wenn keine Conjugation, keine Amphimixis stattfindet.

Machen wir uns den obigen Gedankengang zu eigen, so können wir uns eine Vorstellung darüber machen, was für Formen wir in einer *Ceratium*-Population aus irgendeinem See erwarten dürfen. Und wir können dann durch Vergleich unserer Vorstellung mit den tatsächlich in verschiedenen Seen vorgefundenen Formen unsere Theorie auf ihre Wahrscheinlichkeit prüfen.

Wir müssen also erwarten, in allen Seen, die *Ceratium hirundinella* beherbergen, neben der spezifischen Lokalrasse, die mehr oder weniger einheitlich sein wird, auch noch nicht eingepaßte Nachkommen der erst kürzlich eingewanderten Formen zu finden. Ob diese Nachkommen der neueingewanderten Ceratien von der Lokalrasse so stark verschieden sind, daß wir den Unterschied erkennen, hängt von den Seen ab, aus denen die Einwanderer abstammen. Lebt dort eine von unserem See so wesentlich verschiedene Rasse, daß sich die Variationsbreiten nicht oder nur ganz wenig überdecken, dann wird die Unterscheidung leicht sein. Je näher sich aber die beiden Lokalrassen stehen, desto schwieriger wird die Unterscheidung

sein. Aus dieser Erwägung ergibt sich die Schlußfolgerung, daß wir nicht in jedem See erwarten dürfen, daß zwei oder mehrere Rassen deutlich unterscheidbar sind. In manchen Seen wird das der Fall sein; in anderen jedoch, wo die Einwanderer morphologisch der Lokalrasse nahe stehen, werden wir nur eine Form erkennen, die allerdings mehr oder weniger auffallend breite Individualvariationen aufweisen wird. Die ungewöhnliche Variationsbreite wird jedoch in Wahrheit der Ausdruck des Formengemisches sein. Dies stimmt genau mit den tatsächlichen Verhältnissen.

Ferner ist zu erwarten, daß in solchen Seen, wo die Einwanderer durch ihre abweichende Form erkennbar sind, diese abweichenden Formen im allgemeinen alljährlich dieselben sein werden; denn die Ursachen der Einwanderung bleiben im großen konstant und gleichförmig. Die Zugvögel halten ziemlich genau bestimmte Zugstraßen ein. Dasselbe tun die Strichvögel. Es ist daher zu erwarten, daß meist die eingewanderten Ceratien alljährlich von gleicher Herkunft, daher von gleicher Gestalt sein werden. Da aber mitunter doch Abweichungen vorkommen, einzelne Arten von Vögeln aus irgendwelchen Gründen neue Zugstraßen wählen oder infolge Dezimierung ihrer Völker nur mehr in geringer Menge auf die Wanderung gehen; da manche Zugvögel sich auch langsam in Standvögel verwandeln, müssen wir erwarten, daß in seltenen Ausnahmefällen neue Formen von Ceratien in einem See auftauchen können, oder daß eine zweite Form, die jahrelang in einem See beobachtet wurde, allmählich an Zahl abnimmt. Auch das stimmt mit den bisher bekannt gewordenen Beobachtungen. Der Plöner See beherbergt noch heute dieselben verschiedenen Formen, die schon Apstein vor 30 Jahren dort beobachtete. In einzelnen Fällen aber wird gemeldet, daß die zweite Form, die früher häufiger war, sukzessive abnimmt. (Z. B. Lemmermann 1910, p. 647, der im Lago de Varano von Jahr zu Jahr eine Abnahme der robusten Form beobachtete und im Lago di Monate die schlanke Form nur 1898 und 1899, nicht aber 1900 fand, so daß er annimmt, sie sei aus dem See verschwunden.)

Wenn die eingewanderte Form sich infolge der Milieuverhältnisse in die Lokalform verwandelt, kann diese Verwandlung mehr oder weniger rasch geschehen. Jedenfalls aber wird die Umwandlung nicht plötzlich vor sich gehen. Es werden Übergangsformen auftreten. Ob wir Aussicht haben, die Übergangsformen zu sehen, hängt sehr davon ab, wie rasch die Umwandlung vor sich geht. Sie können uns entgehen, wenn nur wenige Generationen dazu nötig sind, und das um so leichter, wenn nur eine oder wenige Plankton-

proben aus dem betreffenden See zur Verfügung stehen. Finden wir aber die Übergangsformen, so kann es vorkommen, daß diese Übergänge die Selbständigkeit beider Formen derart verwischen, daß wir sie nicht mehr erkennen oder daß sie uns doch nicht auffallen.

Solche Übergänge kommen tatsächlich vor. Ich habe auf Taf. I eine größere Anzahl von Individuen aus einem Fang vom Großen Plöner See abgebildet, um dies zu zeigen: Fig. 1—4 repräsentieren die typische gedrungene Form. Fig. 8—11 sind typische Vertreter der schlanken Form, insbesondere Fig. 8. u. 11. Fig. 10, 7 u. 9 zeigen schon kleine Abweichungen gegen die gedrungenere Form hin. Fig. 5, 6 u. 12 sind deutliche Übergangsformen. Ob hier die gedrungene oder die schlanke Form als Lokalrasse des Plöner Sees aufzufassen ist, läßt sich aus dem einzelnen Fang nicht entscheiden. Auch in dem Fang aus dem Lago Trasimeno kommen Übergangsformen vor. Fig. 21 ist die typische Gestalt der schlanken Form, die im Fang weitaus überwiegt. Fig. 23, eine Form, die nur vereinzelt im Fang vorkommt, ist der Typus der zweiten Form. Fig. 22 ist eine im Fang sehr häufig vorkommende Zwischenform, die jedoch der Fig. 21 sehr nahe steht. Weitere Übergänge zu Fig. 23 konnte ich nicht finden.

Es muß jedoch nicht immer zu einer Umwandlung kommen. Es ist sehr gut denkbar, daß eine Form, die unter besonderen Umständen sich ausgebildet hat, ihre Plastizität bis zu einem solchen Grade verliert, daß sie, unter neue Lebensbedingungen gebracht, sich nicht mehr soweit ändert, um sich der dortigen Lokalrasse einzupassen. In diesem Falle bestehen zwei Möglichkeiten: Entweder sie hält sich in dem neuen Wohnort ständig und bildet so eine zweite Lokalrasse dieses Sees, respektive mehr oder weniger eine selbständige Art, oder sie hält sich nicht. Dabei ist es ganz gut möglich, daß sie zunächst nach der Einwanderung sich stark vermehrt, aber bald wieder verschwindet, weil ihr nur die gerade im Moment der Einwanderung herrschenden Milieuverhältnisse zusagten, die periodischen Schwankungen derselben jedoch, wie etwa der Temperaturverlauf, schaden, weil sie sich denselben nicht mehr anpassen kann.

Eine solche Form ist *Ceratium furcoides* Lev.

Dieselbe wurde, wie schon erwähnt, von Apstein im Großen Plöner See im Jahre 1893 beobachtet. Dort trat sie Anfangs April massenhaft auf. Apstein (1896, p. 151) berichtet, daß von 247 760 Ceratien, die er am 9. April unter 1 qm Seefläche fand,

243 200 Individuen der *furcoides*-Form angehörten. Ende April hatte die Form schon stark abgenommen. Denn unter 217 952 Individuen, die er am 30. April unter 1 qm Seefläche fand, gehörte die Mehrzahl einer breiteren, gedrungeneren vierhörnigen Form von *C. hirundinella* an. Wie sich die Form weiterhin im See verhielt, weiß Apstein nicht anzugeben. Besonders sagt er nichts darüber, ob und in welcher Zahl sie am Maximum der Ceratien am 2. Juli 1893 (20 900 000) beteiligt war.

Da ich sie am 30. Sept. 1922 in ziemlicher Zahl, wenn auch gegen *hirundinella* stark zurückstehend, gefunden habe, muß sie sich jedenfalls bis zum Oktober im See halten. Ob sie nach dem ersten Frühjahrsmaximum vom 9. April noch ein zweites Maximum im Sommer oder im September aufweist, läßt sich nach den vorliegenden Daten nicht entscheiden.

Die Oberflächentemperatur des Plöner Sees war (Apstein 1896, p. 19) am 9. April 1893 6° C. Sie stieg bis 30. April auf 8° und erreichte erst am 2. Juli 15° C. Da *C. furcoides* am 9. April bei 6° C ein Maximum aufwies, kann sie im Großen Plöner See keine Warmwasserform sein.

In dänischen Seen soll dieselbe Form nach Wesenberg-Lund (1908) eine spezifische Warmwasserform sein. Im Sorösö tritt sie Anfangs Mai bei 10° C spärlich auf. Am 26. Mai ist sie bei 13° C häufiger geworden. Am 3. Juli bei 21° und am 9. Aug. bei 23° ist sie am häufigsten. Am 18. Sept. ist sie bei 12° C fast verschwunden. Im Tjustrupsö wird *C. furcoides* erst in Mai beobachtet, bei ca. 13° C. Im Juli-August bei 17—22° C bildet sie den Hauptbestandteil eines enormen Maximums. Im Oktober bei 13° verschwindet sie.

Im Altrhein bei Neuhofen findet Lauterborn (1903, p. 603) die Form schon am 14. Febr. und in den ersten Märztagen. Sie verschwindet dann wieder um erst im Juli neuerdings aufzutreten und Ende Juli bis Anfang September ein Maximum zu erreichen. Ende Oktober ist sie auch noch — oder schon wieder da. Im März und Ende Oktober gibt es keine andere Ceratienform im Altrhein. Im Juli bis September ist *furcoides* prädominant unter den Ceratien. Im April bis Juli fehlt sie ganz. Zu dieser Zeit herrscht die vierhörnige *hirundinella*-Form.

Die Beobachtungen von Apstein, Wesenberg-Lund und Lauterborn widersprechen sich, wenn wir mit Wesenberg-Lund annehmen, daß *C. furcoides* eine an bestimmte Temperaturgrenzen gebundene und direkt oder indirekt durch die hohe Temperatur hervorgebrachte Form sei.

Wesenberg-Lund nennt sie eine „fixed seasonal variety“ (1908, p. 69) und behauptet, daß sie eine erst bei ca. 14° auftretende spezifische Warmwasserform sei. Wenn das richtig und allgemeingültig wäre, dürfte die Art im Großen Plöner See nicht schon bei 6° ihr Maximum haben. Da jedoch Apstein's sehr genaue Messungen einen Zweifel an seinen Angaben nicht aufkommen lassen, müssen wir die Hypothese Wesenberg-Lunds, daß *furcoides* eine Saisonform, das Produkt einer Anpassung an warmes Wasser sei, fallen lassen.

Auch Lauterborn's Beobachtung läßt eine solche Annahme nicht zu.

Wir können uns aber ganz gut vorstellen, daß *C. furcoides* eine unter anderen Umständen entstandene Lokalrasse sei, die, wie viele andere Organismenarten, ihre Plastizität verloren hat und daher bei ihrer später erfolgten passiven Ausbreitung sich nicht mehr wesentlich veränderte, sich nicht mehr in die örtlich bestehenden Populationen von *C. hirundinella* einpaßte, sondern ihre einmal fixierte Gestalt beibehielt. Dabei mag sie einen geringfügigeren Grad von Veränderlichkeit beibehalten haben, der es wohl ermöglichte, daß sich in den verschiedenen Seen, in welche sie eindrang, neuerliche Lokalrassen dieser Form unter Beibehaltung des *furcoides*-Typus ausbildeten. Dafür sprechen die Unterschiede zwischen den *furcoides*-Exemplaren, die Apstein und Weserberg-Lund abbildeten und meinen Tieren aus dem Plöner See.

Im übrigen scheint *Ceratium furcoides* eine Form zu sein, die auf die nordeuropäische Tiefebene bis Finnland und Dänemark beschränkt ist. Ich habe sie sonst nirgends gefunden und kenne auch keine Literaturangabe über ihr Vorkommen außerhalb dieses Gebietes.

Wir haben demnach bei der Analyse der gemischten *Ceratium*-Populationen zwei verschiedene Typen von Erscheinungen auseinanderzuhalten:

Den ersten Typus bilden jene Mischpopulationen, die dadurch entstehen, daß neue Einwanderer in einem See, die einer anderen Lokalrasse angehören, als die im See einheimischen Ceratien, noch soviel Plastizität besitzen, daß sie sich allmählich unter dem Einfluß der neuen Milieubedingungen der herrschenden Lokalform einpassen können. Individuen, die noch den Rassentypus der eingewanderten Form erkennen lassen, sind erst vor kurzem eingewandert. Bei diesem Typus von Mischpopulationen wird man häufig mehr oder weniger deutliche Übergangsformen finden.

Den zweiten Typus bilden jene Mischpopulationen, bei denen

die eingewanderte zweite Form einer Rasse angehört, die ihre Plastizität soweit verloren hat, daß sie sich nicht mehr der einheimischen Lokalrasse vollständig angleichen kann. Sie kann zwar, wenn sie noch einen gewissen geringeren Grad von Plastizität besitzt, bei längerem Aushalten im See unter dem Einfluß der Milieubedingungen eine eigene Lokalrasse ihrer Form ausbilden; aber diese bleibt immer noch deutlich von der ursprünglich den See bewohnenden Rasse verschieden. Der Einwanderer geht nicht vollständig in der Lokalform des Sees auf. Er bleibt selbständig. Übergangsformen zwischen ihm und der einheimischen Rasse kommen nicht vor.

Zum ersten Typus gehören die von Lemmermann mitgeteilten Mischpopulationen aus dem Lago di Varano und Lago di Monate, meine Fig. 1—12 auf Taf. I aus dem Großen Plöner See, die Populationen aus dem Attersee (Taf. I Fig. 19, 20), aus dem Trasimenersee (Taf. I Fig. 21—23) und andere in der Literatur verstreute Fälle.

Zum zweiten Typus gehören jene Populationen, welche neben typischen *hirundinella*-Formen die *furcoides*-Form enthalten. Vielleicht gehören hierher auch andere Formengemische, wie die von Wesenberg-Lund aus dem Haldsö mitgeteilte (Wesenberg-Lund 1908, p. 66, Tab. XI—XII Fig. 59—73). Über letztere kann ich mangels eigener Beobachtungen nicht urteilen.

Beide Typen können in einem See nebeneinander vorkommen. Einen solchen Fall zeigen meine Fig. 1—18 aus dem Plöner See.

Die oben mitgeteilten Mischpopulationen des ersten Typus lassen noch weitere interessante Betrachtungen zu: Wir sehen in fast allen erwähnten Fällen immer wieder dieselben Formunterschiede vereinigt: eine gedrungene Form mit relativ kurzen, geraden Antapikalhörnern und eine schlankere Form mit langen, mehr oder weniger gebogenen Antapikalhörnern. (Nur Lemmermann's Fall aus Yddingen [l. c. p. 647, Taf. p. 639, Fig. 13 u. 42] bildet eine Ausnahme, indem hier andere Formen vereinigt sind.)

Die gedrungenen Formen aller dieser Mischpopulationen entsprechen entweder einer der bekannten alpinen *Ceratium*-Formen (*carinthiacum piburgense* oder *austriacum*) oder der Bachmann'schen *gracile*-Form. Die schlankeren Formen entsprechen durchwegs mehr oder weniger der für die Flachlandseen Mittel- und Südeuropas charackteristischen Bachmann'schen *robustum*-Form.

Vergleichen wir in diesen Seen die Häufigkeit der entsprechenden Formen, so finden wir, daß in jedem See die für seinen geographischen Typus charakteristische Form dominiert, die weniger

häufige Form jedoch jenen Formen entspricht, die für benachbarte Seen eines abweichenden geographischen Typus charakteristisch sind. Wir finden ferner die Mischpopulationen dieser Art meist in Seen, welche am Rande eines geographisch einheitlichen Gebietes liegen.

So ist in dem noch in den Alpen liegenden, aber in die Ebene hinausragenden Attersee die gedrungene alpine Form vorherrschend. Die schlanke Flachlandsform tritt bedeutend zurück. Im Lago trasimeno hingegen überwiegt die Flachlandsform, während die gedrungene Form, welche den Charakter der nicht weit abliegenden Alpenseeformen aufweist, nur vereinzelt vorkommt. Im Großen Plöner See ist die gedrungene *gracile*-Form als Hauptform zu betrachten. Die schlanke Form spielt eine geringere Rolle. Wir können daraus schließen, daß die jeweils zurücktretende und gleichzeitig vom geographischen Standpunkt ortsfremde Form die eingewanderte und ständig neu einwandernde ist.

Eine eingehendere Beschäftigung mit den Variationsformen von *Ceratium* und anderen variablen Formengruppen, von diesem Gesichtspunkte aus wird vielleicht auch einmal zu einer Revision des naturgeschichtlichen Artbegriffes führen, der sich in seiner heutigen Form mit unseren Erkenntnissen von den Variations- und Vererbungsgesetzen nicht mehr verträgt. Im philosophischen Sinne ist jede reine Linie, wenn sie sich nur irgendwie von anderen reinen Linien unterscheidet, eine selbständige Art und müßte daher einen eigenen Namen erhalten. Das gilt von den Lokalrassen genau so, wie von den „selbständigen“ Varietäten. Auch solche Rassen, die sich von anderen verwandten Rassen nur durch biologische Eigentümlichkeiten unterscheiden, sind, streng genommen, selbständige Arten, sofern nur die biologischen Eigenheiten konstant sind.

Eine so strenge Durchführung des Artbegriffes ist wissenschaftlich-praktisch unmöglich. Sie würde zu einem Wust von unendlich vielen Namen führen, der jede Übersicht unmöglich machte. Sie würde aber auch eine Verwirrung in die Bestimmungen bringen, weil erfahrungsgemäß die Unterschiede solcher Arten nur schwer genügend deutlich definiert werden könnten, um Verwechslungen und Fehlbestimmungen zu vermeiden. Es wird immer eine Sache des wissenschaftlichen Taktgefühles bleiben, wieweit man bei der Unterscheidung von Arten gehen kann und darf. Diese Grenze wird sich aber auch ständig nach den jeweiligen Bedürfnissen der Forscher verschieben.

In einer noch nicht weit zurückliegenden Zeit der vergleichend morphologischen Forschung war die subtilste Unterscheidung von

Arten zur Mode geworden. Die Ära der Deszendenzforschung führte zum Gegenteil, zu einer Vereinigung früher unterschiedener Arten. War man früher so weit gegangen, daß schließlich nur ein Spezialist, der alle beschriebenen Arten aus eigener Anschauung kannte, die bestehenden Arten auseinanderhalten konnte, so geriet man nun in das entgegengesetzte Extrem: alles, was nur irgendwie als stammverwandt erkannt wurde, mußte in eine gemeinsame Spezies vereinigt werden. Auch diese Zeit liegt schon hinter uns. Die moderne biologische Forschung mußte der Vereinigungswut einen Riegel vorschieben. Denn der Biologe hat das Bedürfnis, die Spezies, an welcher er seine Beobachtungen machte, genau zu präzisieren. Wir wissen ja aus Erfahrung, daß sehr nahe verwandte Arten sich in ihrem biologischen Verhalten oft ganz wesentlich unterscheiden. Eine tiergeographische Forschung mit all ihren interessanten Folgerungen ist unmöglich, wenn heterogene Arten in einen Namentopf geworfen werden, wie das noch in allerletzter Zeit auf den verschiedensten Gebieten geschehen ist.

Wir sehen daher, daß heute wieder nach allen Richtungen Revisionen kleiner und größerer Formengruppen durchgeführt werden, um eine klare Übersicht zu gewinnen und genaue Artdiagnosen zu erhalten.

Studien dieser Art werden wahrscheinlich auch zu einer Aufspaltung der Spezies *Ceratium hirundinella* führen. Wie weit diese gehen wird, läßt sich heute noch nicht überblicken. *Ceratium forcoides* darf man aber wohl heute schon als eine gute und genügend fundierte Spezies betrachten.

Hirschberg i. Böhmen.
Forschungsstation für Fischzucht u. Hydrobiologie.

Literaturverzeichnis.

APSTEIN (1896): Das Süßwasserplankton.

LAUTERBORN (1893): Über Periodizität im Auftreten und in der Fortpflanzung einiger pelagischer Organismen des Rheins und seiner Altwasser. in: Verh. d. nat.-med. Vereins zu Heidelberg N. F. Bd. 5 p. 1—22.

LAUTERBORN (1903): Der Formenkreis von Anuraea cochlearis II. in: Verh. d. nat.-med. Vereins zu Heidelberg N. F. Bd. 7 Heft 4.

LEMMERMANN (1910): Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Bd. 3.

LEVANDER (1894): Acta soc. pro Fauna et Flora Fennica. Bd. 12 No. 2.

WESENBERG-LUND (1908): Plankton Investigations. General part.

(Aus der Biologischen Station in Plön, Holstein.)

Beiträge zur Kenntnis der Flora ostholsteinischer Seen.

Von
Lothar Geitler (Wien).

(Hierzu 4 Textfiguren.)

A. Eine neue Heterochloridale.

Im Plankton des Waterneversdorfer Binnensees fand ich zusammen mit Herrn Dr. Ferdinand Gimesi, dem ich auch an dieser Stelle für manche Hilfeleistung herzlich danke, eine kleine Heterochloridale, die mit keiner bisher beschriebenen Form übereinstimmt. Am nächsten steht sie *Chlorochromonas*, unterscheidet sich aber von ihr durch die Körpergestalt, durch den Besitz eines einzigen Chromatophors und — soweit ich sehen konnte — einer einzigen Geißel.

Der Begeißelung habe ich begreiflicherweise besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Es ist bekannt, daß die zweite, kürzere Geißel der Heterokonten sehr leicht übersehen werden kann [1]). Bei unserer Form ließ sich eine zweite Geißel weder im Dunkelfeld noch bei Jodbehandlung erkennen. Es scheint somit ein Fall vollkommener Reduktion der zweiten Geißel vorzuliegen. Es ist dies nicht so sehr wunderbar, denn bei manchen Heterokonten ist die Nebengeißel schon so klein, daß nur ein Schritt bis zu ihrem vollständigen Verschwinden bleibt.

---

[1]) Pascher setzt deshalb mit Recht in seiner Bearbeitung der Heterokonten (Süßwasser-Flora, Heft 11) ein Fragezeichen zu den Angaben über eingeißelige Schwärmer.



Die Form läßt sich leicht als Heterokonte erkennen: der Chromatophor ist gelbgrün, färbt sich bei Zusatz von Schwefelsäure blau und führt keine Stärke. Im Hinterende des Körpers liegen meist zwei stark glänzende, ölartige Einschlüsse, wie sie bei Heterokonten verbreitet sind. Ihre Natur ist noch problematisch.

Eigentümlich ist das Vorkommen. Nur sehr wenige Individuen wurden im Wasser freischwimmend gefunden; die meisten leben in der Gallerte einer planktonischen *Anabaena*-Art. Sie liegen ruhig oder bewegen sich langsam in der sichtlich sehr dünnflüssigen Gallerte. Die meisten besitzen die Geißel auch während der Ruhe, wenige haben sie abgeworfen. Erstere lassen sich durch leichtes Auflegen des Deckglases aus dem Schleim ausdrücken und schwimmen dann lebhaft umher. Die Form neigt jedenfalls zur heterotrophen Ernährung.

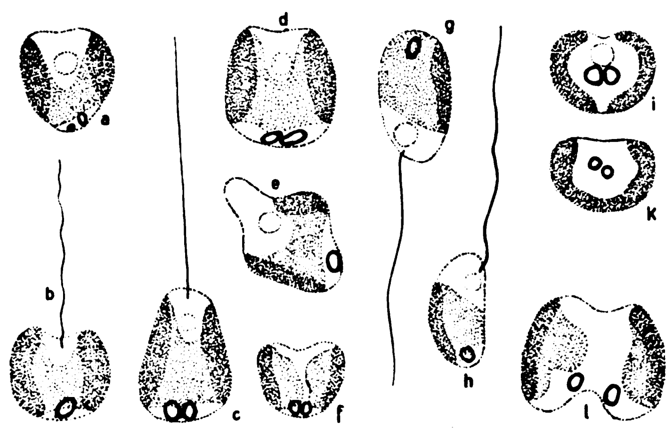


Fig. A. *Nephrochloris incerta.* a—f von der breiten, g, h von der schmalen Seite (Profil) gesehen, i, k Querschnitt, l Teilung, e amöboide Form, f Individuum mit 2 Chromatophoren. Ungef. Vergr. 3000 : 1.

Bemerkenswert ist die Mannigfaltigkeit der Körperformen. Sie ist aus Abb. A ohne weiteres ersichtlich. Hin und wieder lassen sich auch amöboide Gestalten (Fig. e) beobachten. Die Metabolie ist jedenfalls sehr träge und läßt sich im Präparat nicht direkt verfolgen. — Nachstehend die Diagnose.

Nephrochloris incerta Geitler et Gimesi nov. gen. et nov. spec.

Körper meist breit ellipsoidisch, leicht abgeflacht, mit einer sehr seichten Längsfurche und daher im Querschnitt nierenförmig, vorn mehr oder weniger deutlich ausgerandet, metabol, nackt, 4—6 μ groß. Etwas seitlich inseriert eine einzige, ca. 2 mal körperlange, ziemlich dicke Geißel, an ihrer Basis eine kontraktile Vakuole. Ein parietaler,

die Zelle fast mantelförmig umgebender Chromatophor von lebhaft gelbgrüner Farbe; selten zwei Chromatophoren (Teilungsstadien?). Im Hinterende ein oder zwei stark glänzende, ölartige Tropfen. Teilung längs. Cysten unbekannt. — Selten freischwimmend, meist in der Gallerte einer *Anabaena*-Art im Plankton des Waternevers-dorfer Binnensees.

B. Eine neue festsitzende Volvocale.

Im Plankton des Oberen Ausgrabensees trat im Juli in Massen *Coelosphaerium Naegelianum* (= *Gomphosphaeria Naegeliana*) auf. Bemerkenswert waren die auf den Kolonien sitzenden Epiphyten. Abb. B stellt eine Kolonie dar mit sieben (häufig waren es mehr) gestielten, schwach birnförmigen oder fast kugeligen Zellen, die im Leben grün gefärbt sind [1]). Es ist dies die Form, die von Bachmann als *Chlamydomonas* angesehen, von Wille aber für ein *Characium* gehalten wurde und als *Characium stipitatum* (Bachm.) Wille in die gebräuchlichen Bestimmungsbücher übergegangen ist. Schon der erste Anblick spricht gegen die Zugehörigkeit zu *Characium*, da eine Membran, wie sie typische Characien besitzen, nicht sichtbar ist. Die Zelle erscheint ganz nackt, was allerdings ein Irrtum ist, da sie in Wirklichkeit eine sehr zarte, besonders bei den Teilungen des Inhalts sichtbar werdende Hülle besitzt. Daß es sich um kein *Characium* handelt, zeigt aber eindeutig das Vorhandensein zweier im Basalende liegender kontraktiler Vakuolen. Auch die Schwärmerbildung, die mit Drehungen verbunden ist, ist für *Characium* etwas ungewöhnlich. Bachmann, der die kontraktilen Vakuolen nicht gesehen hat, aber die Schwärmerbildung im großen und ganzen richtig beobachtete, trifft mit seiner Meinung, daß es sich

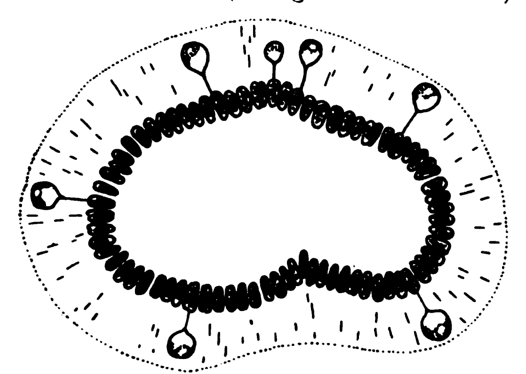


Fig. B. Kolonie von *Coelosphaerium Naegelianum* im optischen Durchschnitt, besetzt mit *Stylosphaeridium stipitatum*. In der Gallerte sind radiär orientierte Stäbchenbakterien sichtbar. Ungef. Vergr. 750 : 1.

[1]) Auf ihnen fand sich sehr oft ein *Phlyktidium*, das nach Dr. F. Gimesi, der darüber näheres mitteilen wird, eine neue Art repräsentiert.

um eine *Chlamydomonas* handle, entschieden das richtigere. Es empfiehlt sich aber wohl nicht, eine Form, die während der Hauptphase ihres Lebens unbeweglich ist und noch dazu mit einem Stiel festsitzt, zu *Chlamydomonas* zu stellen. Die Aufstellung einer neuen Gattung ist das beste und ich nenne diese *Stylosphaeridium*. Sie rangiert etwa in der Nähe von *Chlorangium*.

Die Morphologie und Entwicklungsgeschichte von *Stylosphaeridium* illustriert Abb. C. Die ruhende Zelle besitzt einen muldenförmigen Chromatophor, der den Apikalteil auskleidet und in der Jugend relativ klein ist (Fig. a), im Alter aber sich bis nahe an das Basalende ausbreitet. In seinem Zentrum liegt ein großes Pyrenoid, welches zwei Stärkeschalen besitzt und dessen Eiweißkern aus zwei Scheiben besteht (Fig. q)[1]. Selten findet man zwei Pyrenoide (Fig. c). Diese Vermehrung hat aber nichts mit der Fortpflanzung zu tun[2], da bei dieser die Pyrenoide aufgelöst werden. Im Basalende der Zelle liegt seitlich neben den kontraktilen Vakuolen der Kern (Fig. q); nie befindet er sich in der Spitze. Das Basalende der ruhenden Zelle ist ausgezogen und geht in den sehr zarten, oft kaum sichtbaren Gallertstiel über; bei den Teilungen kugelt sich der Protoplast ab, so daß der Ansatz des Stieles leer wird (Fig. d und folgende). Im Chromatophor findet sich meist reichlich Stromastärke; mehr oder weniger zentral in der Zelle liegen einige wenige Kriställchen.

Die Fortpflanzung beginnt mit einer Längsteilung (Fig. d—f), die beiden Tochterzellen drehen sich um 90° (Fig. g). Das Pyrenoid bleibt ungeteilt und beginnt häufig schon auf diesem Stadium undeutlich zu werden (Fig. f). In den beiden Tochterzellen erfolgt nun eine Teilung, deren Ebene senkrecht auf die der ersten steht; das Ergebnis sind vier kreuzweise liegende Zellen (Fig. i). Manchmal tritt die zweite Teilung schon früh auf. Ein solcher Fall ist in Fig. h dargestellt, wo die ersten beiden Zellen eben erst ihre Drehung beginnen, in der einen aber bereits die zweite Teilung stattgefunden hat. Im Vierzellenstadium ist das Pyrenoid in den meisten Fällen vollständig aufgelöst, selten sind noch Reste zu sehen (Fig. p)[3]. Die vier in einer Ebene liegenden Zellen gruppieren

[1]) Dieser Pyrenoidtypus findet sich — soweit ich bis jetzt gesehen habe — ebenfalls bei *Tetraspora*, *Dictyosphaerium* und *Cladophora*. Eine vergleichende Darstellung der Morphologie der Pyrenoide bleibt einer späteren Arbeit vorbehalten.

[2]) Dieses Verhalten ist auch von vielen Protococcaceen bekannt (*Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Sorastrum* u. a.).

[3]) Eine Auflösung der Pyrenoide bei der Fortpflanzung ist eine häufige Erscheinung. Sie ist bei vielen Protococcaceen (*Pediastrum*, *Sorastrum*, *Coelastrum*), bei *Chlorogonium elongatum*, *Ulothrix*, *Enteromorpha* u. a. bekannt.

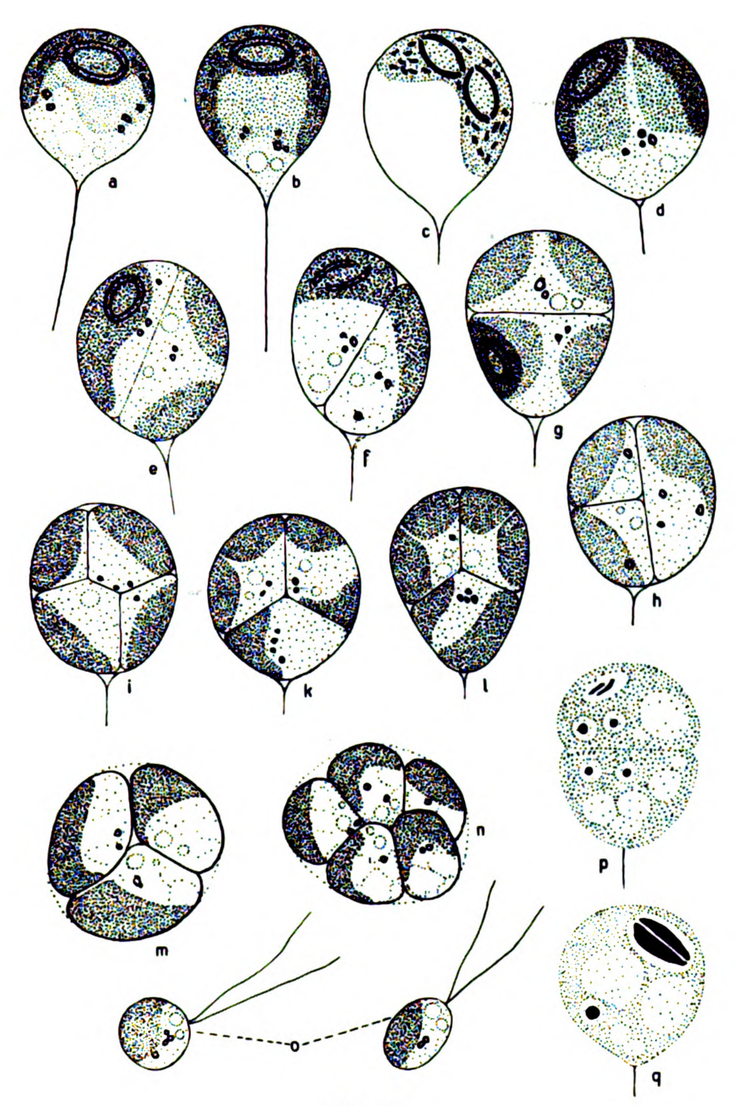


Fig. C.

Stylosphaeridium stipitatum. a, b ruhende Zellen; im Pyrenoid sind die zwei Stärkeschalen erkennbar; c ruhende Zelle mit abnormerweise zwei Pyrenoiden, mit Jodjodkalium behandelt; Pyrenoidschalen und Stromastärke deutlich; d—n Schwärmerbildung (näheres im Text); o Schwärmer; p, q zwei mit Sublimatalkohol fixierte und mit HEIDENHAIN's Hämatoxylin gefärbte Individuen; p Vierkernstadium nach der Drehung der beiden Tochterzellen; Pyrenoid in Auflösung, seine Reste eben noch sichtbar; q ruhende Zelle, die typische seitliche Lage des Kernes und die zwei Pyrenoidscheiben zeigend. Ungef. Vergr. 2500 : 1.

sich tetraëdrisch (Fig. k, l) und können sich etwas abkugeln, um als Schwärmer auszutreten (Fig. m)[1]. Das Plasma zeigt dabei ein grobschaumiges Aussehen. Nicht sehr selten erfolgen aber noch weitere Teilungen, wie man dies an der Chromatophorenteilung der zwei oberen Zellen in Fig. k und der drei Zellen in Fig. l sieht. Als Ergebnis erscheinen dann 8 Schwärmer (Fig. n). Die Schwärmer sind ellipsoidisch, kugeln sich aber bald ab. Sie besitzen die zwei typischen Volvocalen-Geißeln und zwei kontraktile Vakuolen. Ein Augenfleck fehlt; ebenso ein Pyrenoid, was aus dem oben Gesagten verständlich ist.

Die Fortpflanzung wurde auf Agarkulturen mit Benecke-Nährlösung studiert. Hier schreitet *Stylosphaeridium* am 3. Tage nach der Impfung zur Teilung. Sie beginnt um 9 Uhr abends und ist um 12 Uhr Mitternacht, bei vielen Zellen auch früher, beendet. Das Ausschwärmen erfolgt in den ersten Morgenstunden. Die Festsetzung der Schwärmer konnte nicht beobachtet werden, es ist aber bei der ausgeprägten Polarität dieser Form ganz klar, daß sich die Schwärmer mit dem Vorderende festsetzen.

Zum Schluß sei auf eine interessante biologische Eigentümlichkeit hingewiesen. *Stylosphaeridium* kommt nämlich — von einer einzigen Ausnahme abgesehen — ausschließlich auf *Coelosphaerium Naegelianum* vor. Die Ausnahme wird von SMITH[2]) mitgeteilt, der *Stylosphaeridium* ein einziges Mal auf *Oocystis* fand; in der Mehrzahl der Fälle wächst sie aber auch in den Seen von Wisconsin auf *Coelosphaerium Naegelianum*. Es hängt dies wohl mit der physikalischen Beschaffenheit der Gallerte zusammen, jedenfalls spielt aber auch der Chemismus eine Rolle. Denn *Stylosphaeridium* ist wohl nicht rein autotroph, sondern verwertet auch die Gallerte. Darauf deutet der Umstand hin, daß die Zellen sich nie über die Gallerte erheben, sondern immer ganz in ihr stecken (Abb. B).

Die Diagnose lautet:

Stylosphaeridium GEITLER et GIMESI.

Zellen fast kugelig oder schwach birnförmig, mit einem sehr zarten, hyalinen Gallertstiel auf planktonischen Algen befestigt. Ein muldenförmiger parietaler Chromatophor mit einem Pyrenoid, die

[1]) Ganz vereinzelt werden nur zwei Schwärmer gebildet.

[2]) G. M. SMITH, Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin, p. I; Wisc. Geol. and. Nat. Hist. Survey, 1920. — SMITH's Abbildung entspricht nicht ganz meiner Form: der Stiel ist bei SMITH dicker, ebenso die Membran (siehe l. c. Tafel 49, 4—7).



konkave Seite dem Basalende der Zelle zukehrend. An der Basis der Zelle zwei kontraktile Vakuolen. Membran sehr zart, nicht oder kaum sichtbar. Fortpflanzung durch zweigeißelige Schwärmer, die durch sukzedane Teilungen meist zu 4, seltener zu 8, ausnahmsweise zu 2 gebildet werden. Erste Teilung parallel zur Längsachse der Mutterzelle, zweite Teilungsebene auf der ersten senkrecht stehend. Die zuerst entstehenden beiden Tochterzellen drehen sich um 90°, die vier Tochterzellen der zweiten Teilung liegen zuerst in einer Ebene und ordnen sich dann tetraëdrisch an. Schwärmer ohne Stigma, ellipsoidisch oder eiförmig, mit einem etwas seitlichen, mehr oder weniger im Hinterende gelagerten Chromatophor ohne Pyrenoid.

Einzige Art *St. stipitatum* (Bachm.) Geitler et Gimesi (= *Characium stipitatum* (Bachm.) Wille). Zellen 5—9 μ breit; Gallertstiel 6—16 μ lang. In der Gallerte von *Coelosphaerium Naegelianum*, ausnahmsweise auch auf *Oocystis* in den Seen von Wisconsin (Nordamerika).

C. Zur Kenntnis von *Botryococcus Braunii*.

Die folgenden Mitteilungen sind recht fragmentarisch, was auf Rechnung der geringen mir zur Verfügung stehenden Zeit und dem Fehlschlagen von Kulturen zu setzen ist[1]). Immerhin konnte der Membranbau und das Vorkommen von Hämatochrom in der Membran geklärt werden.

Im Plankton zahlreicher Seen (Schöhsee, Diecksee, Plußsee u. a.) waren schon mit freiem Auge kleine, zinnoberrote Punkte zu sehen. Unter dem Mikroskop erwiesen sich diese Punkte als Kolonien von *Botryococcus Braunii*, die durch Hämatochrom intensiv, fast undurchsichtig rot gefärbt waren. Die Zellen dieser Kolonien[2]) sind lang cylindrisch oder ellipsoidisch und sehen mit $^1/_4$ des Körpers aus dem Becher, in dem sie in bekannter Weise sitzen, heraus (Abb. D). Jede Zelle besitzt eine dünne Membran, mit der sie sich bei Zusatz von verdünnter H_2SO_4 aus dem Becher herauslöst. Diese Membran verquillt etwas und zerreißt in zwei ungleich große Stücke: am apikalen Ende bildet die Membran eine kleine Kappe,

[1]) Die Kolonien bleiben wochenlang auf Agar und in Benecke-Nährlösung vollkommen unverändert.

[2]) Außerdem waren im Plankton rein grüne Kolonien mit kleineren, fast kugeligen, ganz im Becher drin steckenden Zellen vorhanden. Ich konnte nicht entscheiden, ob beide Kolonien zu einer Form (*B. Braunii*) gehören oder ob es sich um zwei verschiedene Formen handelt.

am basalen ist sie fingerlingartig (Fig. b). Sie zeigt also den gleichen Bau wie die Membran von *Ophiocytium*. Bei Übertragung der Kolonien in Konz. H_2SO_4 tritt die Zelle nur mit der Kappe versehen aus; der basale Membranteil bleibt offenbar im Becher zurück.

Bei der Zellteilung, die endogen und längs erfolgt (die Teilungsebene steht allerdings anfangs etwas schief und die Tochterzellen drehen sich, bis sie parallel zur Längsachse stehen)[1], bildet der basale Membranteil den Becher; die Kappe umhüllt anfangs noch beide Tochterzellen, verschleimt aber später und verschwindet auf diese Weise.

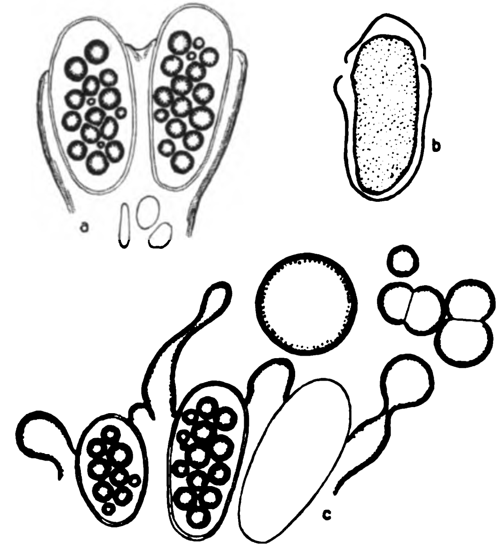


Fig. D. Durch Hämatochromspeicherung rot gefärbte Exemplare von *Botryococcus Braunii*.
a zwei Zellen in Profilansicht, im Membrantrichter steckend; im Zellinhalt nur das Hämatochrom eingezeichnet; b Zelle durch H_2SO_4 aus dem Membrantrichter ausgequetscht; Membran in zwei Stücke geteilt; c Rand einer Kolonie 2 Min. nach Auflegen des Deckglases; aus den Membrantrichtern tritt reichlich Hämatochrom aus; Zellinhalt unversehrt (nur in zwei Zellen eingezeichnet).
Ungef. Vergr. 1000 : 1.

Das Hämatochrom füllt in Gestalt kleiner roter Ölkugeln fast die ganzen Zellen aus. Nur der Apikalteil ist meist frei und hier sieht man deutlich einen Teil des parietalen Chromatophors. Außerdem ist aber Hämatochrom reichlich in den Membrantrichtern und der Gallerte vorhanden. Beide sind deutlich orangerot gefärbt und zeigen einen eigentümlichen Glanz. Sie färben sich mit H_2SO_4 blau (Karotin!), mit Osmiumsäure schwarz (Fett!), so daß kein Zweifel besteht, daß sie wirklich von Hämatochrom durchtränkt sind. Die Verteilung ist ganz gleichmäßig und es läßt sich auch mit der stärksten Vergrößerung keine Suspension kleiner Hämatochromtröpfchen erkennen.

Die Menge des Hämatochroms ist sehr bedeutend. Legt man auf eine größere Kolonie ein Deckglas auf und setzt nicht zu viel Wasser zu, so tritt das Hämatochrom in Tropfen aus den Enden

[1]) Hierüber sind noch weitere Untersuchungen nötig.

der Membrantrichter aus (Fig. c). Der Vorgang ist sehr frappierend und es macht den Eindruck, als ob die ganze Gallerte und die Becher sich in Fluß befänden. Nach wenigen Minuten hat sich um die Kolonie eine rote Ölschicht gebildet, die durch Zusammenfließen der Hämatochromtropfen entsteht. Die Hämatochromtropfen der Zellen sind an diesem Vorgang nicht beteiligt: der Zellinhalt und die Spezialmembran der Zelle bleibt vollkommen intakt.

Mehr kann ich über diese Dinge leider nicht mitteilen. Hier würde sich ein dankbares Arbeitsfeld für weitere Studien ergeben. Die Ölspeicherung in einer Membran steht im ganzen Pflanzenreich vereinzelt da und kann vielleicht ein Licht auf das Problem der „toten“ Zellmembran überhaupt werfen.

Biologisch wichtig ist das außerordentlich niedrige spezifische Gewicht der Kolonien: sie steigen im ruhigen Wasser sehr schnell zur Oberfläche empor, sogar schneller als die Pseudovakuolen führende *Gloeotrichia echinulata* und *Microcystis flos aquae.*

Es sei schließlich mit aufrichtiger Dankbarkeit Herrn Prof. A. Thienemann's und Herrn Dr. F. Lenz' gedacht, die mich in liebenswürdigster Weise bei meinen Arbeiten unterstützt haben.

Besprechungen.

Prowazek, S. v., (†) u. Nöller, W.: Handbuch der Pathogenen Protozoen. 11. Liefg. (M. ZUELZER, Die Spirochäten, Nachtrag; O. NIESCHULZ, Die parasitischen Protozoen der Pflanzen.) S. 1627 bis 1813, 92 Abb., T. 35, 36. 1925. Leipzig, J. A. BARTH.

Die als Nachtrag (zu der in Bd. 2 des Handbuches 1912 erschienenen Bearbeitung GONDERS) bezeichnete Darstellung der Spirochäten von M. ZUELZER stellt hinsichtlich der allgemeinen Behandlung dieser Organismengruppe eine vollkommene umfassendere Neubearbeitung dar; bezüglich der pathogenen Arten wird insofern eine Ergänzung gegeben, als nur die im Jahre 1912 noch nicht bekannten Krankheitserreger eine eingehende Betrachtung erfahren. Der allgemeine Teil bringt in einer sonst nirgends zu findenden Vollständigkeit ein Bild von dem heutigen Stande der Spirochätenforschung. Er beginnt mit einer Darstellung der Morphologie und Physiologie. Ein besonderer Abschnitt über die Mikrochemie der Spirochäten behandelt u. a. das Verhalten gegenüber den Farbstoffen und die Veränderung dieses Verhaltens unter dem Einfluß von Kulturmedien. Die Schlüsse, die aus der Affinität zu den Kernfarbstoffen und der Stärke der Lichtbrechung auf den Gehalt an Nucleoproteiden gezogen werden, dürften wohl nicht allseitige Zustimmung finden. Bezüglich der Fortpflanzung wird betont, daß nur Querteilung vorkommt. Das Auftreten von Vielfachteilung an Stelle der Zweiteilung ist durch Wechsel der Ernährungsbedingungen verursucht (verzögerte Teilung). Die Spirochäten sind monomorph; die Annahme eines Generationswechsels bei manchen Arten ist unbegründet. Es folgt eine Darstellung über Spirochätenzüchtung und dann ein Abschnitt über die Variabilität der Spirochäten, in dem die Anpassung an die parasitische Lebensweise an dem Beispiel der *Spirochaeta icterogenes* und die Rassenbildung an dem der Rekurrensspirochäte gezeigt wird. Nach einer Besprechung der Übertragungsweise der Krankheitserreger (durch Kontakt oder Zwischenwirte) schließt der allgemeine Teil mit einem systematischen Kapitel, in welchem die Verf. nachweist, daß die Aufspaltung der Gattung *Spirochaeta* in zahlreiche Gattungen auf Grund der Art der Windungen nicht haltbar ist, da alle Übergänge vorkommen. Ihre Erörterung über die Stellung der Spirochäten im System faßt die Verf. dahin zusammen, daß sie als selbständiger Stamm

den Protozoen anzugliedern seien. — Bei der Darstellung im speziellen Teil werden die Spirochäten in 3 biologische Gruppen geteilt und dementsprechend in 3 Abschnitten behandelt: Wasserspirochäten, Saprozoen (worunter die Verf. die nicht pathogenen Gelegenheitsparasiten versteht) und Parasiten (pathogene Formen). Der 2. Abschnitt enthält in Tabellenform eine sehr nützliche ausführliche Zusammenstellung der zahlreichen Spirochätenbefunde in Wirbeltieren und Wirbellosen. Der Abschnitt über die in den letzten Jahren bekannt gewordenen pathogenen Spirochäten befaßt sich naturgemäß hauptsächlich mit der WEIL'schen Krankheit und ihrem Erreger; ferner werden behandelt das japanische Siebentagefieber, die Genitalspirochätose das Kaninchens und die Rattenbißkrankheit.

Der Beitrag von O. NIESCHULZ über die parasitischen Protozoen der Pflanzen ist in der Hauptsache den im Milchsaft von Euphorbiaceen und anderen Pflanzen vorkommenden Leptomonaden gewidmet. Außer einer Zusammenstellung der zahlreichen bisher infiziert gefundenen Pflanzenarten wird eine Darstellung gegeben von der Morphologie und Teilung der Flagellaten, dem wenigen bisher von der Übertragung durch Hemipteren bekannten, der pathogenen Bedeutung, der Züchtung und der angeblichen Übertragbarkeit auf Tiere. Kurz behandelt werden ferner die im Milchsaft gefundenen Amöben, Spirochäten und Protozoen zweifelhafter Natur. Man vermißt eine Erwähnung der bei einigen Pflanzenkrankheiten (Mosaikkrankheit, Kräuselkrankheit des Weinstocks) beschriebenen angeblichen Parasiten, die gleichfalls als Protozoen angesprochen worden sind.

E. REICHENOW.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m b. H., Naumburg a. d. S.

